# De Ingenieur

WEEKBLAD GEWIJD AAN DE TECHNIEK EN AANVERWANTE WETENSCHAPPEN

UIT DE INHOUD

**ALGEMEEN GEDEELTE 9:**

Cornelis Dircksz Muys, de uitvinder van de Amsterdamse moddermolen,
door G. Doorman.

**CHEMISCHE TECHNIEK 2:**

Centrifuges en Separatoren,

I. Centrifuges en Separatoren, hoofdzakelijk voor het winnen van een vaste stof uit een suspensie, door P. van Riel.

Het koolzuurprobleem bij de behandeling van ketelvoedingwater, door dr C. Janssen.

**TECHN. WETENSCHAP. ONDERZOEK 4:**

Symposium over Apparaten voor het versnellen van Electronen en Ionen,

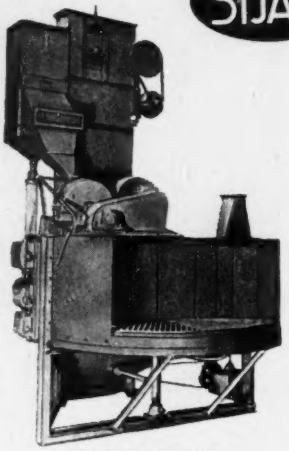
I. Inleiding van het Symposium,
door prof. dr H. B. Dorgelo.

II. De beweging der versnelde deeltjes in circulaire versnellers,
door P. H. J. A. Kleijnen.

Over een methode, om door een eenvoudig experiment de momenten in stijve platen te bepalen, door ir F. K. Ligtenberg.

Ingenieur • Jaargang 64 • No. 9 A 83-92; Ch. 11-22; O 35-50 's-Gravenhage, 29 Febr. 1952

SIJAM



GRITCENTRIFUGE

**ZANDSTRALEN ZONDER PERSLUCHT**

N.V. MACHINE- EN APPARATENFABRIEK

**SIJBRANDIJ - AMSTERDAM (O)**

POLDERWEG 12—14 — TEL. 56391—55497

AFS

ACCUMULATORENFABRIEK "SCHIEDAM"

MAASSTRAAT 41 · VLAARDINGEN · HOLLAND

STARTERBATTERIJEN VOOR AUTOMOBIELEN, VRACHTAUTO'S EN MOTORRIJWIELEN.
SEMI STATIONNAIRE EN STATIONNAIRE BATTERIJEN VOOR VERLICHTINGSDOELEINDEN, ETC.
TRACTIEBATTERIJEN VOOR ELECTRISCHE LORRIES, ELECTRISCHE TREINEN, ETC.
RADIOBATTERIJEN

GEBROEDERS PRAKKE N.V.

te EIBERGEN
TEL. 370
(K 5454)

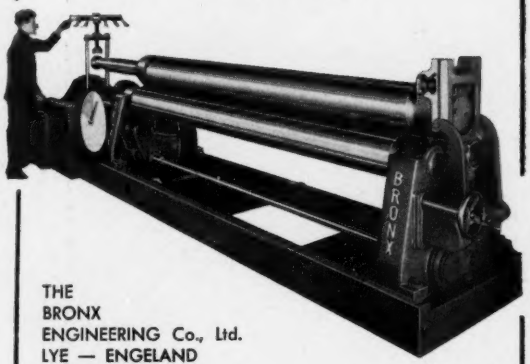
*Fabrikanten van:*

alle soorten
- lederen drijfriemen
- lederen pakkingen
- naai- en bindriemen
- massief rond lederen snaar

vervaardigd van prima leder uit eigen looierijen.

***„Prefereer Prakke's Producten"***

BRONX



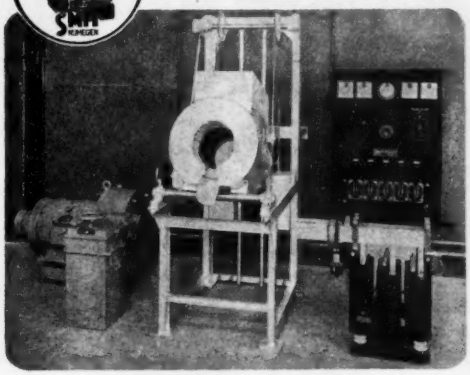

THE
BRONX
ENGINEERING Co., Ltd.
LYE — ENGELAND

*Platenwals*

| | |
|---|---|
| Zet- en Afkantbanken | Pijpenrichtmachines |
| Guillotinescharen | Walswerkmachines |
| Platenwalsen | Platenstrekmachines |

*Hollandex*

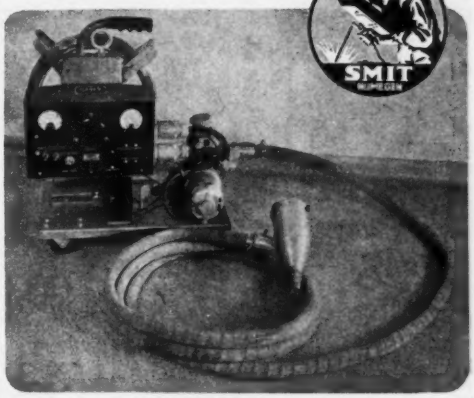
GED. OUDEGRACHT 65 — HAARLEM — TELEFOON 20681



*Hoogfrequent -*

smeltovens van iedere capaciteit

WILLEM SMIT & CO'S TRANSFORMATORENFABRIEK N.V.
NIJMEGEN




*Niet alleen de grote*

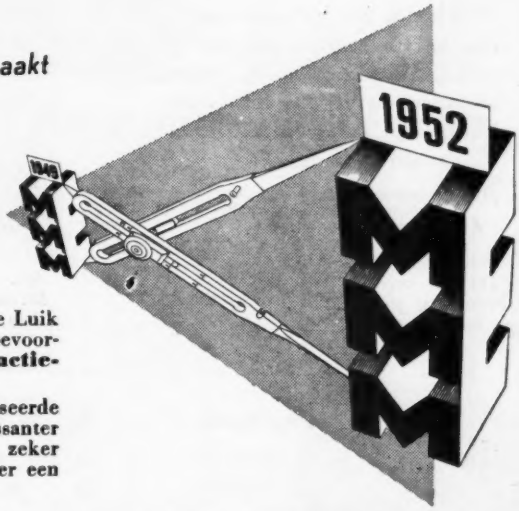
maar ook de middelgrote bedrijven hebben werk voor het Smit-Unionmelt handlastoestel

WILLEM SMIT & CO'S TRANSFORMATORENFABRIEK N.V.
NIJMEGEN

---

*Meet de vorderingen die in Uw branche zijn gemaakt*

**Om beter, vlugger, goedkoper te produceren.**




Op de 4e Internationale Jaarbeurs te Luik vindt U materialen, machines en bevoorradings-mogelijkheden, die Uw **productie-capaciteit** verhogen.

U mag deze technische en gespecialiseerde tentoonstelling, die elk jaar interessanter is, niet missen. Uw bezoek zal U zeker voordeel opleveren, want U vindt er een keuze, waar Uw hart naar uitgaat.

Om Uw reis en Uw verblijf zo gemakkelijk en aangenaam mogelijk te maken, kunt U alle inlichtingen krijgen bij: Internationale Jaarbeurs Luik, 17 Boulevard d'Avroy, Luik (België).

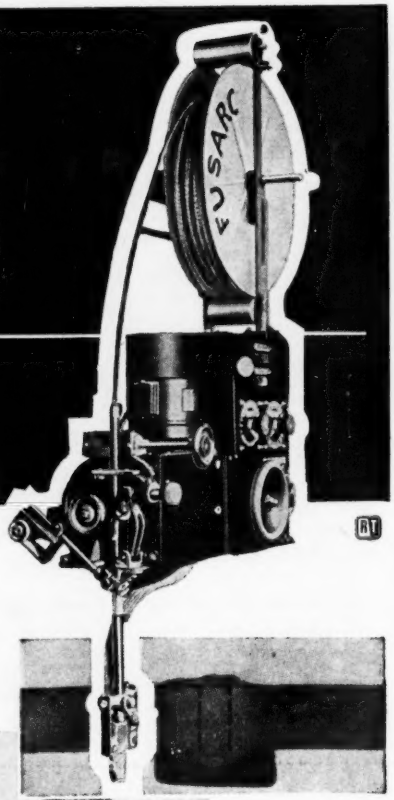
# 4de Internationale Jaarbeurs van LUIK

**Mijnen - Metallurgie - Mechanische en Electrische Nijverheid**

**26 APRIL 11 MEI 1952**

# Fusarc

## *automatische lasmachines*




Speciaal gemonteerd voor elk automatisch project. Machines te leveren in drie modellen:
600 amp. model,
750 amp. model,
1.000 amp. model.
*Eindloze electroden* lopend van no. 10 tot no. 0.

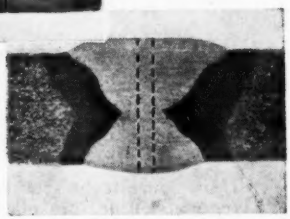
Voorbeeld: Met no. 2 electrode kan men bij een lasstroom van 800-900 ampère en een lassnelheid van 250 mm per minuut een $^1/_2$" plaat in één vulling lassen (zie afb. 1). Resultaat: neergesmolten materiaal 20 cm³/min.

*Geheel automatische bediening.*



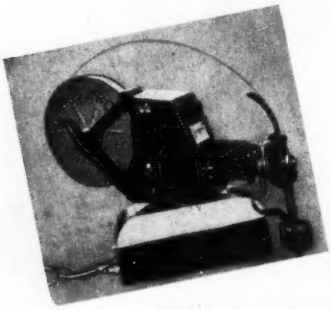
*Afb. 1: $^1/_2$" plaat, ondersteunde las.*

*Afb. 2: Links handlas, rechts automatische las.*



*Afb. 3: 1" plaat, 2-zijdig lassen.*

Typische FUSARC-toepassing. Het type „Marine" voor de scheepsbouw, bestuurbaar gemonteerd op wagen met vier wielen.



**n.v. Zeevenhooven & Co.**

ROTTERDAM • VOORHAVEN 85-87 • TEL. 35550 (2 LIJNEN)

640

STEINEL
HAHN & KOLB

# freesmachines

| Typen | tafel-afmetingen | leverbaar met toerentallen tot | tafellangs-verpl. |
|---|---|---|---|
| horizontaal | | | hand en automatisch |
| SH 1 | 305 x 110 | 3600 | |
| SH 4 | 740 x 200 | 3000 | |
| verticaal | | | |
| SV 1 | 305 x 110 | 2565 | |
| SV 4 | 740 x 200 | 2240 | |

**Gosselaar's**
INDUSTRIE EN HANDELSONDERNEMING
AMSTERDAM - C.

**Gunstige levertijden.**
**Gedeeltelijk uit voorraad Amsterdam.**

*Winst*
*Gosselaar levert machines*

**Djakarta, Postbox 169, Tel. Kota 1363 en 668**
**New-York, 165 Broadway, Tel. BEekman 3—8188**

# DE INGENIEUR

*WEEKBLAD GEWIJD AAN DE TECHNIEK EN DE ECONOMIE VAN OPENBARE WERKEN EN NIJVERHEID*
*ORGAAN VAN HET KONINKLIJK INSTITUUT VAN INGENIEURS*
*EN VAN DE VERENIGING VAN DELFTSE INGENIEURS*

**COMMISSIE VAN TOEZICHT:** *ir* H. J. F. ECKENHUIJSEN SMIT, Secr. / Prof. *ir* C. M. VAN WIJNGAARDEN
**VERANTWOORDELIJK HOOFDREDACTEUR:** Ir H. SANGSTER.
**REDACTIE-ADRES** (Tevens voor adreswijzigingen): PRINSESSEGRACHT 23 / 's-GRAVENHAGE / TELEFOON 117692
*Het K.I.v.I. en de V.v.D.I. stellen zich niet verantwoordelijk voor de denkbeelden in de onderscheiden bijdragen ontwikkeld*
Abonnementen en advertentiën: N.V. A. OOSTHOEK'S UITG. MIJ. DOMSTRAAT 1-3, UTRECHT, TELEFOON 19547. Giro 35973
Abonnementsprijs f 36,- p.j. / Buitenl. f 39,25 Losse nrs. f 1,- Adv. f 0,46 per mm per kolom van ¼ der pag. breedte / Contract Spec. Tarief.

## A. ALGEMEEN GEDEELTE 9.

### Cornelis Dircksz Muys, de uitvinder van de Amsterdamse moddermolen

*door G. DOORMAN*

**Summary:** *The Inventor of the Amsterdam mud-mill.*
In a previous communication in *De Ingenieur* 1951 no. 38 an illustration of the mud-mill with its tread-mill on board was given and it was stated that the mud-mill was used in the Amsterdam harbour in 1606, to continue its work, horse-driven, untill it was substituted by the steam-driven dredge of the 19th century. Up to the present we did not know who invented this important engine. By studying the minutes of three Holland patents in mutual relation it could be ascertained that for this invention we are endebted to CORNELIS DIRCKSZ MUYS, engineer, master-carpenter of Delft. The term of his patent was from 1589—1601 and the conditions for application of the invention by the towns of Holland were fixed by the States of that province.
Muys also invented a polder-mill with an inclined shaft, rising from a low point to such a height as necessary for obtaining space for the sails. A type of mill called „tjasker" is still found in Frisia; it shows the same arrangement but the paddle wheel has been substituted by a ton-mill (archimedian screw), mounted on the inclined shaft.

De „Tien jaren uit den 80-jarigen Oorlog" (1588—1598), welke volgens FRUIN's gelijknamige boek van zo grote invloed zijn geweest op het verloop van die oorlog, kenmerken zich ook op ander gebied door een grote activiteit. De intriges van Graaf Leicester hadden in de Nederlanden het inzicht gewekt, dat men op eigen benen moest staan. De toestanden in het buitenland gaven groter vertrouwen. Na de dood van de Franse koning Hendrik IV in 1589 streed de Hugenoot Hendrik van Bourbon tegen de Ligue om zijn opvolging op de troon. De armada van 1588 was een Spaanse misgreep, die Engeland de pas afsneed op kosten van de Nederlandse onafhankelijkheid tot samenwerking met Spanje te komen. De betere vooruitzichten op een zelfstandig volksbestaan en vrijheid van geloof stimuleerden blijkbaar ook vele hoofden der burgerij tot ondernemingslust en uitvinding. Dit weerspiegelt zich in een snelle steiging van het aantal octrooien voor uitvindingen.

In 1589 wordt het register der door de Staten-Generaal verleende octrooien aangelegd; hoewel die octrooien niet alleen uitvindingen, doch ook inpolderingen, drukkersrechten enz. betreffen, mag dat register toch worden gezien als het begin van de thans door de Octrooiraad uitgevoerde registratie. Zoals uit de grafiek in mijn tweede octrooiboek [1]) blijkt, vertoont het aantal der uitvindingsoctrooien van de Staten-Generaal tot omstreeks 1603 een sterke stijging, gevolgd door een korte inzinking in de minder fortuinlijke jaren, die aan het 12-jarig Bestand voorafgingen.

In het jaar 1589 werden door de Staten-Generaal 6 uitvindingsoctrooien verleend en door de Staten van Holland eveneens zes. Onder deze laatsten bevindt zich een octrooi van CORNELIS DIRKSZ MUYS, ingenieur en stadstimmerman van Delft, betreffende een baggermachine. Zoals uit de hieronder weergegeven tekst blijkt, is daaruit niet op te maken, hoe die machine was gebouwd, maar wel, dat de Staten aanstonds het belang der uitvinding inzagen. Immers werd ervoor gezorgd,

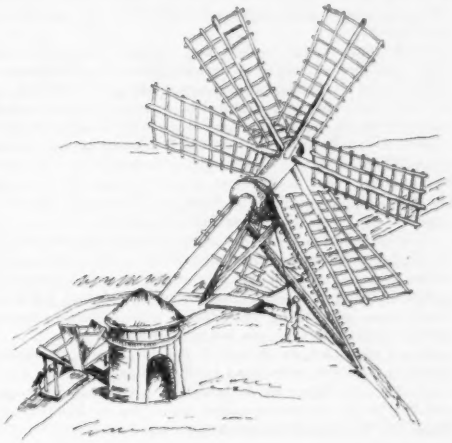


**Fig. 1.** Afbeelding van de molen van MUYS in Minuten der Resolutiën Staten van Holland dl. 347, fol. 674.

[1]) Het Nederlandsch Octrooiwezen en de Techniek der 19e eeuw (1947) blz. 57.

dat de steden van Holland tegen een redelijke vergoeding de uitvinding in de looptijd van 12-jaren van het octrooi zouden kunnen toepassen. In een besluit der Staten, waarvan de hoofdzaak eveneens hieronder volgt, is de vergoeding voor elk der steden, die de uitvinding zouden willen toepassen, bepaald op *f* 200,— en voor de kleinere op *f* 150,—. Ook in het op 11-10-1589 door de Staten-Generaal verleend octrooi (G6) komt een dergelijke bepaling voor, nl. dat MUYS met de gecommitteerde Raden van elke provincie moet overeenkomen aangaande de bij toepassing der uitvinding verschuldigde vergoeding.

Ook dit brengt ons nog niet verder aangaande de technische inhoud, maar die is af te leiden uit een aan CLAES GERRITZ en KRIJN HENDRICKSZ op 11 Augustus 1589 voor een andere methode tot het diepen van havens verleend octrooi der Staten van Holland. Deze concurrenten hadden met hun desbetreffende mededeling wel geen ander doel dan de uitvinding van MUYS te kleineren, maar juist door die enkele woorden is het ons mogelijk MUYS de eer toe te kennen van de uitvinding van de Amsterdamse moddermolen.

De genoemde concurrenten wilden een haven diepen door bij hoogwater een afsluiting te maken en dan het water bij laagwater plotseling te laten weglopen om de haven schoon te spoelen (een trouwens van ouds bekend middel).

Indien er niet genoeg hoogteverschil tussen hoog- en laagwater is, willen zij de afgesloten ruimte door het inpompen van water vullen. Desnoods willen zij „gebruyken schepnetten om alle sanden weech te nemen ende eene diepte te maecken soo diep men wil, hangende de schepnetten steyl neder ende gemaeckt so sterck dat sy mogen den grondt daer sy tegens commen innemen ende, wederomme over een ander radt commende, uuytgeven" (dus een soort verticale emmerbaggerketting), „nyet gemeens hebbende mettet instrument van een Mr. tot Delft int licht gebracht, dat in groote diepten nyet ofte qualick can gewercken, daer bij lanex plancken het slyck geschoven wordt".

Dit nu is een juiste omschrijving van het principe, waarop de moddermolen berust, en de omschreven werking vindt men bij geen andere baggermachine terug. Door de schuine ligging van de ketting kan men inderdaad niet zeer diep werken, maar het kenmerkende voor de moddermolen is wel, dat de modder langs een plank (lees: goot) omhoog wordt geschoven (nl. door dwarsplankjes aan de ketting). Een emmerbaggerketting loopt meestal ook schuin omhoog, maar hij loopt in de tegengestelde zin als de ketting van de moddermolen. Bij laatstgenoemde beweegt de ondergelegen kettinghelft omhoog langs de goot; bij eerstgenoemde echter gaan de gevulde emmers met de bovenhelft van de ketting omhoog; de bovenkomende emmer kan de modder nl. niet eenvoudig aan het bovenéinde van een goot afschuiven, maar moet worden gekeerd door over de bovenschijf te lopen.

MUYS' concurrenten hebben niet verwacht die „Mr. van Delft" met hun opmerking de onsterfelijke roem te hebben bezorgd van de uitvinding van de baggermolen, die ruim twee en een halve eeuw in groot aantal door Amsterdam zou worden gebruikt om die stad te vrijwaren van het lot dat Brugge trof.

Zoals ik in mijn vorige mededeling [2]) heb uiteengezet, is het waarschijnlijk JACOB JACOBSZ. van Haarlem, die de nieuwe moddermolen voor bedrijf met paarden heeft omgebouwd. Het waren dan ingenieurs van Delft en Haarlem, die Amsterdam aan haar baggerwerktuig hebben geholpen.

Of MUYS geldelijk voordeel van zijn uitvinding heeft gehad, heb ik nog niet kunnen vaststellen. Zoals reeds in mijn vorig artikel vermeld, moet de daar afgebeelde uitvoering met tredmolen in 1606 in de Amsterdamse haven zijn gebruikt, maar de verplichting tot betaling van *f* 200,— voor zulk een gebruik eindigde met de termijn van het octrooi, dus in 1601.

Bij een onderzoek, dat de heer D. P. OOSTERBAAN, gemeentearchivaris te Delft, welwillend heeft verricht, bleek dat CORNELIS DIRCKSZ MUYS in de huwelijks- en lidmatenregisters niet voorkomt, ook niet in andere delen, waarop klappers bestaan. Wel kwamen de volgende gegevens aan de dag:

In 1584 werd hem als stadstimmerman een bedrag betaald „over oncosten van x stucken Wesels hout bij hem gecocht tot Dordrecht" (Thes. rek., 1e afd. nr 678 f. 97 v).

Van 1591 bestaat een rentebrief van hem aangaande rente op een gedeelte van een huis, eertijds genoemd „Het Vosken" op 's Heerenbrugge. (1e afd. nr 708).

Op 15-5-1593 werden op zijn verzoek zijn daggelden als stadstimmerman verhoogd van 20 tot 25 stuivers en werd hem bovendien een jaarlijkse wedde van *f* 24,— toegelegd (Mem. Burgem., 1e afd. nr. 16 dl 2 f. 169 en nr. 17 dl 2 f. 249).

De 10-6-1595 treedt hij op als gezworen erfscheider (Koopbr. nr D II E 70).

Zijn begrafenis in de Nieuwe Kerk had 30-8-1604 plaats. Tot dan had hij gewoond aan de Turfmarkt en als stadstimmerman werd hij op 13-9-1604 opgevolgd door zijn schoonzoon PIETER DIRCKSZ (1e afd. nr 16 dl 3 f. 46 v en nr 17 dl 3 f. 103 v-105). Zijn leeftijd bij overlijden is niet vermeld.

Over een familie MUYS is vrij veel bekend uit de publicaties, waarnaar E. A. VAN BERESTEYN in zijn Repertorium verwijst; een MUYS maakte in 1587 deel uit van de Staten van Holland, maar wellicht sproot de stadstimmerman uit een minder aanzienlijke familie van die naam.

In mijn eerste Octrooiboek [3]) vindt men behalve de reeds genoemde octrooien H5 en G6 onze MUYS herhaaldelijk genoemd. Van hem zijn nl. nog enige andere uitvindingen bekend:

H2/1583 een waterhefmachine, vermoedelijk van het type spiraalpomp (slakrad). Tot dat type, in mijn boek op blz. 62 besproken, behoorde ook het scheprad van SIMON FRANSZ VAN DER MERWEDE c.s. (H8/1589), waarvan zich een afbeelding bevindt in Min. Res. St. v. Holl. Deze SIMON FRANSZ was de eerste die te Leiden wiskunde-onderricht gaf voor ingenieurs, hetgeen op last van Prins Maurits in het Nederlands moest geschieden, dus niet in het latijn.

H7/1589 eveneens een waterhefmachine. Blijkens een afbeelding in Min. Res. St. v. Holl. dl. 347 f. 358 v beweegt een kruk van een horizontale as een om een horizontale as scharnierende houten plaat op en neer, die ligt in het water en dit door kleppen afdrijft.

H9/1589 betreft een windmolentje. Daar dit vermoedelijk het eerste weidemolentje met klein huis en schuin omhoog gerichte as is, wordt hierbij een reproductie gegeven.

De vooral uit Friesland bekende tjasker heeft ook de schuin omhooggaande as, die de wieken draagt. Daar die opstelling blijkbaar in 1589 voor een nieuwe uitvinding gold, acht ik het waarschijnlijk, dat de tegenwoordig als tjasker bekende molen van de uitvinding van MUYS is afgeleid. De later aangebrachte verbeteringen bestaan dan in de vervanging van het scheprad door een direct aan de wiekenas aangebrachte tonmolen en voorts hierin, dat de molen kruibaar is gemaakt, bv. door onder het systeem een vertikale as aan te brengen, zodanig, dat het na oplichten kan worden gedraaid. Dr O. POSTMA meldt mij in Inventarisatieboeken van WONSERADEEL (S1 en S2, Rijksarch. Leeuwarden) het woord diasker te hebben gevonden, nl. op 27-4-1596 onder andere eigendommen „een oldt watermollen daer men diaskers noempt hebbende geen wiuken" (wieken). Het woord kwam dus al vroeg voor, maar behoeft nog geen molen met schuine as te hebben betekend.

Een tonmolen vindt men aangegeven in een octrooi van 13-11-1598 (G44) van DOMINICUS VAN MELCKENBEKE te Middelburg.

In 1650 maakte MUYS bezwaar tegen een octrooiaanvrage van SIMON STEVIN, met wien hij overigens op goede voet stond. Dit blijkt uit hetgeen ik op blz. 279 heb medegedeeld over zijn onderhoud met STEVIN en ADRIAAN JANSZ.

Het verheugt mij aan MUYS de eer te kunnen geven, die hem toekomt. Hij heeft vermoedelijk meer voor zijn land gedaan dan vele der baljuws enz. naar wie men Haagse straten heeft genoemd.

---

[2]) *De Ingenieur* (1951) no. 38, p. A. 413—417 en A. 428. Amstelodamum (1951) p. 147—151.

[3]) Octrooien voor uitvindingen in de Nederlanden, uit de 16e—18e eeuw (1940) H 2, H 7, H 9, pag. 277 (18-1-1590) en pag. 279. Eveneens: Patents for inventions in the Netherlands during the 16th, 17th and 18th Centuries (1942).

*Uit de minuten der Resolutien St. v. Holland, dl. 347.*

Op 9 Maart 1589 verlenen de Staten van Holland en West-Vriesland een octrooi (H5) aan CORNELIS DIRCKSZ MUYS, Ingenieur, stadstimmerman der stad Delft. (fol. 168):

„nieuwe goede inventie ende cunst tot Delfshaven met consent ende tot koste van de Staten besocht ende in t' werck gestelt hebbende, met'er daet bevonden is dat d'Instrumenten, die daertoe gebruyckt syn ende noch verder gebruyckt sullen mogen worden, seer dienstigh zijn voor voorsz. Landen omme de binnenwateren, havenen ende grachten te mogen reynigen ende diepen, hebben de Staten voorn. op t' versoeck vanden voorn. CORNELIS DIRCKSEN MUYS omme geoctroyeert te sijn, dat binnen seeckere jaeren de voorn. cunste ende instrumenten niet dan mit wille naegemaeckt nochte gevoecht en sal mogen worden, vermits de voorsz. landen grootelycx daeraen is gelegen, den voorn. suppliant geconsenteert ende geoctroyeert, consenteren ende octroyeren by desen de voorsz. cunst ende instrumenten binnen de voorsz. lande te mogen gebruycken ten meesten dienste van den Lande sonder dat deselve sullen mogen eenichsints geconterfeyt naer gemaect ofte gevoecht mogen worden binnen den tyt van twaelf jaren eerstcomende dan met consent vanden suppliant op peyne vande verbeurte van selve instrumenten ende daer en boven van de waerde van dien ten behoeve van den Suppl., sonder dat nochtans op deze brieven van octroye den Suppl. vorden int werck sal mogen treden voor ende aleer den Suppl. mit den Gecommitteerden Raeden van den Staten sal hebben gehandelt ende wesen geaccordeert voor wat somme van penningen binnen steden ende plaetsen de voorsz. cunste ende instrumenten gebruyckt sullen mogen. Ende dat het selve accoort deur desen sal worden getransfixeert, Is den voorn. Suppl. verleent ordonnantie volgens voorgaende beloofte van IIc £ voor t' maecken vande instrumenten op Lodesteyn."

De Resolutie der Staten van 5 Mei 1589(fol. 297v) regelt de voorwaarden als volgt:

„soo ist dat voorsz. Staten, gehoort hebbende 't rapport van Haerluyder Gecommitteerde Raeden die met den voorsz. CORN. MUYS dienaengaende hadden gehandelt, ende waarin geaccordeert op believen van de Staten, volgende die verclaert, geconsenteert ende geordeonneert hebben, verclaren consenteren ende ordonneren bij desen, dat de voorn. CORNELIS MUYS van elck deser naevolgende steden, als Dordrecht, Haerlem, Delft, Leyden, Amsterdam, Ter Goude, Rotterdam, Gorckum, Alcmaer, Hoorn ende Enchuysen de somme van twee hondert carolus guldens eens hebben ende genieten sal soo wanneer ende indien sylluyden binnen den tyt vanden voorn. octroye de voorsz. cunste sullen begeren te gebruycken, mits dat d'andere steden van Hollandt deselve cunste binnen den tyt van selven octroye sullen mogen gebruycken elcx voor de somme van hondert ende vyftich carolus guldens, Behoudelicken oock dat indien binnen den Lande van Hollandt ende Westvrieslandt aen eenige Forten ofte Schantsen aldaer in gemeene landt alleenlick ende nyet den steden raeckende ofte concernerende de Staten voorn. ofte haerlieder gecommitteerde ofte oock zijn Exc. de voorsz. cunste tot eniger tyt souden begeren te gebruycken, t' selfs te allen tyden sullen mogen doen sonder dat den voorsz. CORNELIS DIRCXS MUYS daer van yet sal genieten.

Blyvende voorts t' voorn. octroy hem verleent in alle syn vordere pointen in crachte ende in haer wesen.

Gedaen inden Haghe onder t' Zegel vanden Staten voorn, aengehangen ende desen deur de voorsz. brieven van octroy getransficseert,

den 5 Mey 1589.

---

## BERICHTEN VAN ALLERLEI AARD

### Institut Français d'Amsterdam (Maison Descartes) Lezingen door prof. dr Albert M. Portevin op 4 en 5 Maart 1952

Op 4 Maart 1952 zal prof. PORTEVIN te Delft, Nieuwe Laan 76, in de Franse taal colleges geven over:

*Les traitements thermiques des aciers.* Aanvang 10.30 uur.

Op 5 Maart 1952 zal hij te Amsterdam, Museumplein 11, een lezing houden over:

*Une réalisation française, l'Institut de recherches de la sidérurgie* (ISRID).

Deze lezing vangt te 20.15 uur aan.

Metallurgisch geinteresseerden, die gebruik willen maken van de gelegenheid de genoemde deskundige van internationale vermaardheid op het gebied der metaalbewerking te horen, gelieven zich tijdig te wenden tot de Alg. Secretaresse van bovengenoemd Instituut, Mej. L. RUINEN, Museumplein 11, Amsterdam (Z.).

### Vereniging voor Statistiek. Statistische Dag 1952 6 Maart (aanvang 9.00 uur) te Scheveningen (Kurhaus)

Voor de reeds in *De Ingenieur* 1952, no. 5, blz. A. 40, met de te houden voordrachten aangekondigde bijeenkomst ontvangt ieder lid der Ver. voor Statistiek één gratis toegangskaart en kan hij voor één introducé een kaart à *f* 1,— aanvragen. Voor niet-leden zijn kaarten verkrijgbaar à *f* 2,50 bij het Secretariaat (Postbus 4027, Rijswijk Z.-H.,giro 202091), waar ook reservering van plaatsen voor de koffietafel (*f* 3,50 exclusief bediening en dranken) kan worden gevraagd, mits vóór 2 Maart.

### Nederlandse Keramische Vereniging Vergadering en excursie op 6 en 7 Maart 1952 te Maastricht

De vergadering wordt voorafgegaan door een lunch in de Redoute te 12.30 uur. Na de huishoudelijke vergadering houdt ir K. L. A. VAN DER LEEUW te 15.00 uur een inleiding tot het bezoek aan de ENCI op de volgende dag. Voorts spreekt dr G. D. RIECK over: *Enige aspecten van de ontglazing van kwartsglas* en ir G. VAN GIJN over: *De betekenis van de oppervlaktespanning in de Keramiek.*

Voor de Excursie naar de ENCI vertrekt de bus op 7 Maart te 9.00 uur van het Vrijthof (café Momus).

Na de lunch in de Redoute wordt te 14.30 uur de Société Céramique bezocht.

Het adres van de Secretaris, ir G. VAN GIJN, is Van Dam van Isseltweg 3, Geldermalsen.

### Nederlandse Rheologische Vereniging Vergadering op 7 Maart 1952 te Delft

De vergadering, welke gewijd is aan:

*Rheologie van Korrel-vloeistofsystemen*

wordt gehouden in het geb. voor Weg- en Waterbouwkunde der T.H. Oostplantsoen 25, en vangt te 13.45 uur aan.

Prof. ir E. C. W. A. GEUZE zal spreken over:

*Enige fundamentele begrippen* en over: *Korrel-watersystemen*;

dr ir L. W. NIJBOER over:

*Korrel-bitumensystemen.*

Ook niet-leden der Ned. Rheologische Vereniging zijn op deze vergadering welkom.

### Fotografische opnamen in radioactieve gebieden

De ontwikkeling van een nieuw type camera, berustend op een electrisch beginsel, die direct fotografische opnamen levert, zelfs in radioactief besmette gebieden, zonder dat sluier optreedt, is ter hand genomen door de Signal Corps Engineering Laboratories Washington, D.C.

Een proefmodel van de camera levert een afgewerkt beeld van 10 bij 12,5 cm, twee minuten nadat de opname is gemaakt. De platen, die voor de ontwikkeling geen chemicaliën behoeven, kunnen telkens opnieuw gebruikt worden door het beeld er af te vegen.

Het beeld toont hetzelfde contrast als een gewone zwart-wit photo. Het kan afgedrukt en vergroot worden.

De camera berust op een electrostatisch, electrophotografisch principe, waarbij een beeld gevormd wordt op een metalen plaat, die bedekt is met een laagje selenium en die gevoelig is gemaakt door een electrische lading. Waar de plaat belicht wordt, lekt de lading weg en wel evenredig met de opgevangen licht hoeveelheid. Op deze wijze wordt een „electrisch beeld" verkregen.

Vervolgens wordt fijn gemalen koolpoeder tegen de plaat geblazen. Daar waar de lading niet weggelekt is blijft het poeder kleven. Dit poederbeeld wordt overgebracht op papier en door middel van een laagje plastic gefixeerd.

Voor militair gebruik kan deze camera enige voordelen bieden boven de conventionele photografie:

1. Een donkere kamer is niet nodig. Het gehele proces speelt zich in twee minuten in de camera af.

2. Het opbergen der platen wordt vereenvoudigd, doordat de platen, zolang ze niet electrisch geladen zijn, ongevoelig zijn voor licht, bovendien hoeft men maar een gering aantal platen in voorraad te hebben, daar deze telkens opnieuw gebruikt kunnen worden.

3. De platen zijn ongevoelig voor radioactieve stralen, dit in tegenstelling met de normale photografische platen.

De camera is voorzien van een gewone lens en sluiter. De snelheid van de platen ligt in dezelfde grootteorde als die van gewoon orthochromatisch materiaal.

*Electrical Engineering*, Maart 1951, blz. 282. D. H. B.

### Het gebruik van radioactieve tracers in de industrie

In *the Journal of the British Institution of Radio Engineers*, volume 11, no. 7, van Juli 1951 komt op blz. 279 en volgende een verslag voor van een lezing door J. E. JOHNSTON, gehouden

tijdens de Radio Convention, die in Juli 1951 te Londen is gehouden. JOHNSTON wees er op, dat de mogelijkheid om radioactieve tracers in de industriële processen dienstbaar te maken afhangt van het kunnen vervaardigen van een radioactieve tracer van voldoende sterkte, voor een redelijke prijs, met een voldoend lange halfwaarde tijd, die tevens gemakkelijk is aan te tonen.

De grote waarde van de radioactieve isotopen, gebruikt als tracers is gelegen in het feit, dat men de weg van een chemisch bestanddeel, dat met een kleine hoeveelheid van een radioactief isotoop is gemengd, in het productieproces op de voet kan volgen door de straling, door het isotoop uitgezonden, te detecteren.

Nu tegenwoordig radioactieve isotopen van een groot aantal elementen vervaardigd kunnen worden in de atoomzuilen, vindt de tracertechniek meer en meer toepassing in de industrie.

JOHNSTON geeft dan een aantal voorbeelden uit de industrie, maar begint met erop te wijzen dat het gebruik van tracers in vele gevallen, waar het er om gaat om in het eindproduct kleine hoeveelheden van chemicaliën, die tijdens het productieproces toegevoegd werden, aan te tonen, op practische bezwaren kan stuiten zoals: de prijs van het gewenste radioactieve materiaal; het ongeschikt zijn van het isotoop om metingen aan te verrichten; een te korte halfwaarde tijd; het gevaar dat het isotoop voor de arbeiders in de fabriek kan opleveren; de mogelijkheid dat het radioactieve materiaal in afvalwater terecht komt en de mogelijkheid dat het radioactieve materiaal ongewenst is in het eindproduct (bv. in papier waarin photografische platen worden verpakt).

Maar er zijn legio van toepassingen in de industrie aan te geven. Hier volgen enkele voorbeelden.

Men vermoedde, dat de verontreiniging met arsenicum van het germanium, waaruit germanium diodes vervaardigd worden, een grote invloed had op de electrische eigenschappen van de diode. Men kon deze onzuiverheid met conventionele methoden slechts bepalen met een nauwkeurigheid van een op een millioen gewichtsdelen, terwijl er behoefte was aan een nauwkeuriger bepaling van de sporen arsenicum. Door nu aan het germanium radioactief arsenicum toe te voegen werd het mogelijk een deel arsenicum op 5 millioen gewichtsdelen germanium aan te tonen.

Bij vele slijtageproblemen kan de tracertechniek met succes toegepast worden daar reeds kleine hoeveelheden radioactief materiaal aangetoond kunnen worden. Zo werd bijvoorbeeld de slijtage van zuigerveren bepaald door deze radioactief te maken. De slijtage kan dan berekend worden uit de hoeveelheid radioactief materiaal die in de smeerolie aangetroffen wordt, zonder dat de machine gedemonteerd behoeft te worden.

Ook bij mengprocessen kan soms op eenvoudige en succesvolle wijze gebruik gemaakt worden van het toevoegen van radioactieve stoffen, die dan homogeen over het gemengde product verdeeld moeten zijn wil de menging volkomen zijn.

In de olie-industrie worden vaak oliën van verschillende kwaliteit na elkaar door eenzelfde pijpleiding getransporteerd, waarbij het aan het ontvangstation moeilijk is om vast te stellen wanneer de nieuwe oliesoort arriveert. Bovendien treedt aan de scheidingsvlakken van de olie menging op door het passeren van bochten in de leiding en pompen. Door nu aan het verzendstation een kleine hoeveelheid radioactieve stof in de pijpleiding te injecteren op het moment dat de samenstelling van de verpompte olie verandert, is het mogelijk aan het ontvangstation niet alleen de aankomst van een nieuwe oliesoort vast te stellen, maar ook de gemengde oliehoeveelheid af te tappen; immers deze verraadt zich door de radioactieve tracer.

Bij ventilatie-problemen bieden radioactieve gassen of dampen soms de enige mogelijkheid om quantitatieve waarnemingen te doen.

Zelfs werd de tracertechniek toegepast bij het bepalen van de slijtage van de binnenbekleding van hoogovens. Hiertoe werden bij de bouw van een oven radioactieve proppen van cobalt 60 in de oven bekleding ingemetseld. De straling was voldoende sterk om van buitenaf aangetoond te worden. Bij slijtage van de wand kwam het radioactief cobalt in de smelt terecht, wat een kenmerk was voor het optreden van slijtage, bovendien kon de plek waar de slijtage in de wand was opgetreden van buitenaf bepaald worden daar op die plaats de stralingsdichtheid verminderde. D. H. B.

## Uit het buitenland

***Toevoeging van latex*** aan een mengsel van Portland cement en goed gewassen zand is bijzonder doelmatig gebleken ter verkrijging van een materiaal om betonnen *bakken voor sterk corrosieve chemicaliën* af te werken. (Zie ook *Corrosion*, Aug. 1951).

***Ook in Engeland zijn er voldoende civiel-ingenieurs*** voor de eerstvolgende 5 of 10 jaar. De oorzaak hiervan is, dat de Universiteiten het aantal afgeleverde civiel-ingenieurs in vergelijking met dat vóór de oorlog verdubbeld hebben, zonder dat het kwalitatief niveau der afstuderenden (B.Sc.) daalde.

***Wat de huidige Engelse ingenieurs-opleiding betreft*** wordt in een recente inaugurele rede opgemerkt, dat de onmisbaarheid van vrije tijd voor de technische student nog teveel uit het oog wordt verloren. Anderzijds werd de wenselijkheid uitgesproken, dat zoveel mogelijk nog een jaar aan de gewone studie wordt toegevoegd voor het uitwerken van of medewerken aan een speurwerkopdracht dan wel i.v.m. onderbreking van de studie voor het opdoen van practijk, waarna de studie met een meer levendige voorstelling der relevante vraagstukken aan de universiteit wordt voortgezet.

*Engineering*, 21 Dec. 1951.

***Een starter voor de Rolls-Royce Nene 4 straalturbine*** is ontwikkeld, met 6 patronen, voldoende voor 3 keer starten. In 2 seconden wordt een energie van bijna 9000 kg/m ontwikkeld, waarna de motor in 10 seconden de normale vrijloop-snelheid bereikt en dan automatisch op die snelheid wordt gehouden.

*Engineering*, 28 Dec. 1951.

***De grootste natuur-gas pijpleiding ter wereld*** van Topock in Arizona naar Miltipas, dicht bij San Francisco (800 km met een doorsnede van 86 cm) werd in 1949 begonnen en is thans in gebruik. Topock was reeds een der uiteinden van een pijpleidingen-net, dat van Texas uitgaat, zodat thans, behalve uit de vindplaatsen van Topock, ook gas uit Texas, en dan in totaal over een afstand van 2500 km kan worden aangevoerd. Aanvankelijk werd reeds bijna 6 millioen $m^3$ gas aan het eindpunt afgeleverd. Met de drie nieuwe pompen, met een gezamenlijk vermogen van 45.000 pk, hoopt men deze hoeveelheid te verdubbelen. Daar het gas ter plaatse, waar het wordt gewonnen, als bijproduct wordt beschouwd, is de prijs zeer laag, zelfs op de plaats van verbruik. De druk van het binnenkomend gas is 30 à 35 kg/$cm^2$; de hoogste druk aan het uiteinde is ca 55 kg/$cm^2$. De nieuwe leiding telt een vijftigtal sectoren, die van elkaar geïsoleerd kunnen worden. De pijpstukken bestaan uit zacht mangaan-stalen platen van 2,75 m breed, 9 à 9,60 m lang en 9 à 12,5 mm dik, in Utah vervaardigd en in San Francisco tot pijpstukken verwerkt, met een productie van 3 km p.d., waarbij magneetkranen en vèrgaande mechanisatie werden toegepast. Ter verkrijging van nauwkeurige rondheid en juiste doorsnede, werden de gevormde pijpstukken binnen in een stevige buitenbuis van de juiste afmeting onder een hydraulische druk van 140 kg/$cm^2$ gebracht, welke hun diameter ca 1 cm groter deed worden tot zij overal tegen de mal aan stuitten.

Men legde 1600 m p.d. zodat men in 1½ j. gereed was, nadat men op het werk nog 86000 lassen had moeten aanbrengen; tevoren had men reeds stukken van 30 m lengte kunnen gereed maken. Het beginpunt van de leiding lag op 150 m boven de zeespiegel; het hoogste punt, dat de leiding moest passeren was 1400 m.

***Een nieuw geweer,*** dat sinds 1945 ontwikkeld werd, zal thans door het Engelse leger in gebruik worden genomen. Het is lichter en beter dan de Lee Enfield (7,7 mm). Het caliber is 7,1 mm. Het weegt 3,63 kg (het oude 3,94 kg). De houder met

20 patronen weegt 248 g; die met 10 patronen van het oude geweer 163 g. Men kan met een snelheid van 60 schoten p. min. vuren, i.p.v. 15 vroeger. Hoewel het gewicht van de kogel iets kleiner is werd het effect groter door de iets grotere aanvangssnelheid van het projectiel en door de optiek, welke het vroegere visier- en korrel-systeem vervangen heeft.

*Le Génie Civil*, 1 Jan. 1951.

***Een nieuwe catapult voor de grootste op vliegdekschepen meegevoerde vliegtuigen*** is op het Engelse vliegdekschip de Perseus met succes beproefd. Het belang hiervan is, dat de wijze, waarop vliegdekschepen worden ontworpen er sterk door zal worden beinvloed en zij niet meer van richting behoeven te veranderen, zoals thans, om grotere vliegtuigen tegen de wind te doen opstijgen.

***Het prospecteren van uraan en thorium*** in nog niet in kaart gebrachte terreinen van Sierra Leone en de goudkust is thans begonnen met Rover-voertuigen, waarop een nieuw model Geigertellers is gemonteerd. Het apparaat bestaat uit 8 buizen van 75 cm lengte en registreert automatisch of ergens een voldoende hoeveelheid der gezochte elementen in de ondergrond aanwezig is, door de aanwezigheid van een bepaalde gewenste minimum-hoeveelheid kenbaar te maken door een alarmsignaal. Het apparaat is echter ook uiterst gevoelig voor kleine kwantitatieve variaties, welke afhankelijk zijn van variaties in de geologische formatie, zodat het maken van geologische kaarten erdoor wordt vergemakkelijkt.

***De jongste uitlatingen over de waarschijnlijkheid van tactische atoom-wapenen***, nl. *kleinere* talrijke atoombommen en zelfs event. dergelijke artillerie-granaten waren aanleiding voor de luchtmaarschalk Sir Robert Saundby tot de opmerking, dat zulk een wijziging der bewapening de getalsterkte van een leger van veel geringere betekenis zou doen worden. Grote legers, welke toch zouden moeten omkomen tegenover de door weinigen bediende hoogontwikkelde technische middelen, zouden zelfs een belasting en struikelblok worden, daar men deze onder grote offers moet onderhouden en verzorgen.

*The Engineer*, 4 Jan. 1952.

---

## BOEKENNIEUWS

Ir W. S. VAN DE ERVE b.i. **Le Corbusier. Idealistisch Architect.** N. V. A. Oosthoek's Uitgevers Mij, Utrecht.

De schrijver begint in zijn „woord vooraf" op te merken, dat een omvattend boek over LE CORBUSIER eerst over 100 jaar geschreven zou kunnen worden. Het betreft n.l. een dynamische figuur over wie reeds zeer veel en in alle talen geschreven werd en zeker niet het minst door hemzelf.

CHARLES EDOUARD JEANNERET (voor wie LE CORBUSIER een pseudoniem is) werd in 1887 geboren uit een familie van artisans in de Zwitserse Jura. Hij is autodidact, idealist, rhetoricus en een vurig strijder voor het paradijs op aarde.

Hij is de grote voorvechter van het industriële bouwen en wenst woningen (machines à habiter) op analoge wijze te doen produceren als automobielen. Dit verlangen propageert hij als enige oplossing voor de woningnood, zoals die daar was na de eerste wereldoorlog en nu in sterker mate nog.

De proefnemingen in deze richting waren verre van fortuinlijk en een schijn van economie werd nog niet bereikt. De belangrijkste poging is wel de flat voor 600 gezinnen nabij Marseille, waarover in *De Ingenieur* een Kort Technisch Bericht werd opgenomen.

Uitgevoerde gebouwen zijn voorts in Frankrijk, waar LE CORBUSIER (wonend in Parijs) in hoofdzaak werkzaam was o.a. enige luxieuze villa's en een tehuis voor 45 Zwitserse studenten te Parijs.

In Rio de Janeiro werden volgens zijn plannen het Ministerie voor Opvoeding en Gezondheid gebouwd, te Moskou het Ministerie voor de lichte industrie en te New York het gebouw voor de U.N.O.

Belangrijke projecten voor gebouwen zijn o.a. dat voor de Volkenbond te Genève, hetgeen bij de prijsvraag in 1927 de 1e prijs verwierf doch niet werd uitgevoerd evenmin als het ontwerp voor het Sovjet Paleis te Moskou.

LE CORBUSIER, die aanvankelijk als schilder te Parijs débuteerde en wel als producent van steeds meer abstracte schilderijen, ontwikkelde zich later als architect en vervolgens als stedebouwkundige.

Hij maakt propaganda voor steden als conglomeratum van enorme wolkenkrabbers bij voorkeur op kolommen met talrijke woningen van minimale inhoud en maximaal comfort. De specimen te New York zijn hem veel te klein en te lang, en vooral wenst hij aanzienlijke en liefst groene ruimte tussen de hoge woongebouwen. Dubbele beglazing en goede zonwering acht hij gewenst. Een constructie met teruggeplaatst staalskelet geeft de mogelijkheid de wanden geheel van glas te maken.

Bij lagere bouw verkiest hij een betonconstructie met vereenvoudigde paddestoelvloeren.

Van de vele stedebouwkundige plannen is nog slechts weinig verwezenlijkt. Ze getuigen van fantasie doch van mindere zin voor de realiteit en voor economie.

De schrijver, die telkenmale LE CORBUSIER uit zijn talrijke werken citeert (hetgeen deze trouwens ook zelf doet) behandelt de stof, waaruit hier een greep werd gedaan op objectieve wijze en met een grote mate van humor.

Een voortreffelijke inleiding en analyse van de moderne architectuur in verband met de idealistische revolutie, welke zich in de laatste 100 jaren heeft voltrokken, doet hij vooraf gaan aan de beschouwing van de woorden en werken van LE CORBUSIER.

Hij leidt hierbij op het podium de Zwitser CH. E. JEANNERET in de rol van de grote Franse bouwmeester LE CORBUSIER révolutionnair en tevens scholasticus.

Voor wie belangstelt in het z.g. nieuw zakelijke bouwen zal het zo even besproken boek zeker van waarde blijken te zijn, terwijl het voor diegenen, wier hart meer uitgaat naar vertrouwder vormen van bouwkunst, door de prettige verteltrant een aangename verpozing kan zijn om van de inhoud ervan kennis te nemen.

Alle lof ook voor de typografische verzorging.

Ir F. H. WARNAARS.

### Aankondigingen

Dr W. W. SMIT. **Nauwkeurige micro-smeltpuntbepaling,** rapport der Stichting „Centraal Instituut voor Physisch-chemische Constanten", 19 pp. 16 × 21 cm, gestencild, met 4 uitslaande figuren.

Het rapport vormt de afsluiting van een experimenteel onderzoek inz. een nieuwe bepalingsmethodiek voor smeltpunten van kleine stofhoeveelheden met een nauwkeurigheid van 0,1° C.

Op aanvrage, te richten tot prof. dr ir J. SMITTENBERG, Secretaris der Stichting, Biltstraat 172, Utrecht (die een woord vooraf schreef voor het rapport), wordt het aan belangstellenden gratis toegezonden.

Drs G. J. M. SPROKEL. **De Ostwald-viscosimeter** 60 pp. 16 × 24 cm. Uitgave der Stichting „Centraal Instituut voor Physisch-chemische Constanten" 1952.

Het rapport is het resultaat van een uitgebreid onderzoek naar de geschiktheid van de Ostwald-viscosimeter voor nauwkeurige viscositeits-meting aan vloeistofmonsters van ca 5 ml.

Het wordt franco toegezonden door de penningmeester van de Stichting, dr J. M. STEVELS, na ontvangst van *f* 6,— op zijn postgirorekening no. 437039 te Eindhoven.

**Alg. vergadering v. d. Stichting voor de Normalisatie in Nederland op 14 Dec. 1951.** Verslag van de Hoofdcomm. voor de Normalisatie in Nederland. 7 pp. 21 × 29 cm.

Dit verslag bevat een voordracht van prof. ir A. DE HEER over: *Normalisatie en bouwmodulus* en een voordracht van prof. W. F. J. M. KRUL over: *Het werk van de Centrale Taalcommissie voor de Techniek in het kader van de Normalisatie.*

## PERSONALIA

### NECROLOGIE

**† JACOBUS SIMON DE ROOS**

1879—1952

1905—1910 Assistentchef bij de Afd. Motorenbouw Werkspoor te Amsterdam
1910—1918 Ingenieur Algemeen Leider van het technisch Bureau en bouw van Dieselmotoren bij de firma A. F. Smulders te Schiedam
1918—1920 Chef van de tekenkamer en plaatsvervangend hoofdingenieur bij de firma Nering Bögel te Deventer
1920 Ingenieur bij de Ver. Krachtwerktuigen te Groningen.
Overleden te Groningen op 11 Februari 1952

**† ADRIEN HORACE MAXIMILIEN XAVIER TROUSSELOT**

1876—1952

1898—1905 Werkzaam bij van der Linde en Teves te Semarang en Soerabaja
1907—1952 Directeur en laatstelijk als adviseur van de N.V. Heringa & Wuthrich te Haarlem
Overleden op 16 Februari 1952 te Overveen

**† Dr ir GEORGE WILLEM VAN HEUKELOM**

1870—1952

1891 Diploma voor civiel-ingenieur aan de Polytechnische School te Delft
1913 Hoofdingenieur en vervolgens Chef van de Dienst van Weg en Werken bij de S.S., later bij de N.S.
1916 Gepromoveerd tot Doctor Honoris Causa te Delft
1948 Benoemd tot erelid van het Kon. Instituut van Ingenieurs
Overleden op 17 Februari 1952 te Bilthoven
(Een uitvoerig herdenkingsbericht volgt)

**† Ir WILLEM HENDRIK KRAMER**

1892—1952

1920 Diploma voor werktuigkundig ingenieur aan de Technische Hogeschool te Delft
1920 Ingenieur bij de N.V. De Bataafsche Petroleum Maatschappij te Heerlen, later te 's-Gravenhage
1922—1932 Werkzaam op verschillende boorterreinen van de N.V. De Bataafsche Petroleum Maatschappij in Ned. Indië
1937 Werkzaam bij het Nederlands Instituut voor Documentatie en Registratuur te 's-Gravenhage
1939 Ingenieur bij de A.N.W.B. te 's-Gravenhage
1942 Ingenieur Technisch Bureau Hellendoorn te Scheveningen
1947 Werkzaam bij het Directoraat-Generaal van de Prijzen te 's-Gravenhage
Overleden te 's-Gravenhage op 18 Februari 1952

### Ambtsaanvaarding prof. ir H. Eilers

Prof. ir H. Eilers, benoemd tot buitengewoon hoogleraar in de afdeling der scheikundige technologie om onderwijs te geven in de kolloïdchemie, zal Woensdag 5 Maart 1952 te 15.30 uur in een openbare senaatsvergadering in de vergaderzaal van de Senaat der T.H., Oude Delft 118, een rede houden naar aanleiding van zijn ambtsaanvaarding.

Aan Dr A. Plesman is bij K.B. verlof verleend tot aanneming van het ordeteken van commandeur in de Syrische Orde van Verdienste, hem door de President van de Republiek Syrië verleend.

Ir H. Mulders is bij beschikking van de Directeur-Generaal der P.T.T., ingaande 1 Januari 1952, benoemd tot Adjunct-Directeur van het telefoondistrict te Haarlem.

Jhr ir C. Ortt is sinds 16 Januari 1952 in dienst bij de Vereniging „De Nederlandse Baksteenindustrie" als Hoofd van het „Adviesbureau Klinkerwegen", te Arnhem.

Ir H. A. E. de Vos tot Nederveen Cappel is met ingang van 1 Februari 1952 benoemd tot Hoofdingenieur, Chef van het Seinwezen bij de N.V. Nederlandsche Spoorwegen te Utrecht.

Ir V. J. M. de Blieck is met ingang van 1 Februari 1952 benoemd tot Hoofdingenieur bij het Seinwezen van de N.V. Nederlandsche Spoorwegen te Utrecht.

Ir D. C. Hasselman is met ingang van 1 Februari 1952 benoemd tot Ingenieur bij de Dienst van Weg en Werken van de N.V. Nederlandsche Spoorwegen, te Utrecht.

Ir H. L. Westerman zal op 1 Februari 1952 als civiel-ingenieur in dienst treden van de Town & Countryplanning Commissioner van Tasmanië, te Hobart.

Ir P. J. Sorgdrager is per 1 September 1951 in dienst getreden als „Senior Technical Officer" bij het „Fuel Research Institute of South Africa", te Pretoria.

Ir M. B. Hartmann is sinds 1 Januari 1952 bevorderd tot Hoofdingenieur bij de dienst van Gemeentewerken te Rotterdam.

Ir Th. F. M. Taen zal op 18 Maart 1952 naar Nieuw-Zeeland vertrekken om aldaar in dienst te treden van het Ministry of Works, bij de Professional Division of the New-Zealand Public Service, te Wellington.

Ir R. A. Koolhof is werkzaam als ingenieur bij de N.V. Philips' Telecommunicatie Industrie v/h N.S.F. (Laboratorium Automatische Telefonie) te Hilversum.

Ir M. C. Quist is als ingenieur in dienst bij de N.V. Kon. Ned. Vliegtuigfabrieken „Fokker" (Experimentele Afd.) te Amsterdam.

Ir S. H. Woldringh is als ingenieur te werk gesteld bij Smit-Röntgen Apparatenfabriek C.V. te Leiden.

Ir J. Duncklaen Arriëns trad als ingenieur in dienst van de N.C. C.P.I.M. op Curaçao.

Ir J. D. Hoepelman is werkzaam als ingenieur bij de N.V. Philips' Telecommunicatie Industrie v/h N.S.F. te Hilversum.

Ir J. G. Willemse, ir A. Mom en ir R. M. F. Houtappel zijn als ingenieur in dienst getreden van de Kon./Shell te Delft.

Ir J. Drost en ir G. Alberda zijn als ingenieur in dienst getreden bij de N.V. De Bataafsche Petroleum Mij te Pernis.

Ir C. van Amerongen is thans ingenieur bij het ingenieursbureau Sir William Halcrow & Partners te Londen.

Ir M. C. Pot is werkzaam als ingenieur bij de Heemaf N.V. te Hengelo (O.).

Ir C. J. M. Holstege is als ingenieur in dienst getreden bij de N.V. De Bataafsche Petroleum Mij te 's-Gravenhage.

Ir J. G. van Doorn is werkzaam als research-chemicus bij de N.V. Chemische Industrie „Rids" te Haarlem.

Ir D. van der Linden zal met ingang van 1 Maart 1952 in dienst treden van het Neutraal Technisch Adviesbureau voor de Zuivelindustrie te Driebergen.

Ir J. Schenk is wetenschappelijk medewerker F.O.M. te Delft.

### Technische Hogeschool te Delft

Geslaagd voor het examen voor
bouwkundig ingenieur
H. Berghoef, L. J. de Klerk en H. E. Niemeijer.
scheepsbouwkundig ingenieur
W. P. H. de Jongh.

## KONINKLIJK INSTITUUT VAN INGENIEURS

's-Gravenhage, Prinsessegracht 23, Tel. 117692, Giro 9995

### Bureau voor Internationale Technische Hulp
### Technische Commissie van Advies

*Aanvragen om deskundigen voor het buitenland.*

Van de „Technical Assistance Administration" van de Verenigde Naties kwamen de volgende aanvragen om deskundigen binnen:

I. De Regering van *India* zoekt voor het in aanbouw zijnde zeer grote *fabrieckscomplex voor kunstmeststoffen* in Sindri, waarvan gezegd wordt, dat het het grootste van het vasteland van Azië zal worden (met een productie van 350.000 t ammoniumsulfaat per jaar):

*a*) een *scheikundig* of *werktuigkundig ingenieur* met 10—15 jaar ervaring van de technische en administratieve bedrijfsvoering van een groot fabrieksbedrijf, waarvan ten minste 5 jaar in een leidende functie in een bedrijf, dat voldoende overeenkomst vertoont met het kunstmeststoffenbedrijf van Sindri.

Taak: de deskundige zal als adviseur van de algemene bedrijfsleider moeten optreden ten aanzien van het gehele bedrijf, van de toekomstige ontwikkeling daarvan en speciaal van al het onderzoekingswerk en hij zal met de organisatie van de opleiding van het personeel worden belast.

Tijdsduur: één jaar, ingaande half 1952, met de mogelijkheid van verlenging tot 2 jaar.

Voorwaarden: in dienst van de Verenigde Naties; het salaris zal afhangen van de capaciteit en de ervaring van de ingenieur, maar zal voor ingenieurs met voldoende ervaring vermoedelijk niet minder dan $ 600 per maand bedragen, vrij van inkomstenbelasting van India; voor woongelegenheid wordt gezorgd of anders wordt boven het salaris een toelage gegeven ter vergoeding van de daarvoor te maken kosten; de Verenigde Naties betalen de reiskosten heen en terug voor de deskundige, zijn echtgenote en zijn kinderen, voorzover die jonger dan 18 jaar zijn.

*b*) een *electrotechnisch ingenieur* met ongeveer tien jaar ervaring van electrische centrales, waarvan ten minste 2 jaar belast met de leiding van een centrale van 50.000 kW of meer, voor het in bedrijf stellen van de centrale van het fabrieks-complex en voor het opleiden van het personeel, dat in de centrale zal moeten werken.

Tijdsduur: één jaar, zo spoedig mogelijk ingaande, met de mogelijkheid van verlenging tot 2 jaar.

Voorwaarden: als onder *a*) vermeld.

*c*) een *electrotechnisch* of *werktuigkundig ingenieur* met een goede kennis en een ruime ervaring van electrische contrôle-instrumenten in een chemisch bedrijf of een petroleum-raffinaderij en met ervaring van de reparatie van uiteenlopende typen electrische instrumenten.

Taak: het geven van adviezen, speciaal ten aanzien van de opleiding van draaiers, lassers, fitters, mecaniciens enz. en van alle electrische en pneumatische instrumenten.

Tijdsduur: één jaar, zo spoedig mogelijk ingaande, met de mogelijkheid van verlenging tot 2 jaar.

Voorwaarden: als onder *a*) vermeld.

*d*) een *scheikundig ingenieur*, die in staat is, alle benodigde adviezen te geven voor de uitbreiding van het fabrieks-complex met een methanol-bedrijf voor de vervaardiging van 35 t methanol per dag met eindproducten als formaldehyde, hexamine enz. en voor de inrichting van een katalysatoren-bedrijf voor de vervaardiging van de katalysatoren, welke voor de kunstmeststoffenfabriek en voor het methanol-bedrijf nodig zijn.

Tijdsduur: één jaar, zo spoedig mogelijk ingaande, met de mogelijkheid van verlenging tot 2 jaar.

Voorwaarden: als onder *a*) vermeld.

Sollicitatieformulieren, die in 3-voud moeten worden ingediend bij het Bureau voor Internationale Technische Hulp, Alexanderstraat 14 te 's-Gravenhage *door tussenkomst van de Secretaris van de Technische Commissie van Advies* p/a Koninklijk Instituut van Ingenieurs, Prinsessegracht 23 te 's-Gravenhage, kunnen onder opgaaf van persoonlijke gegevens worden aangevraagd bij de vermelde Secretaris, bij wie ook eventueel nog gewenste inlichtingen kunnen worden ingewonnen.

II. De Regering van *Pakistan* zoekt op korte termijn de terbeschikkingstelling van een *expert voor de oprichting van een textielfabriek*: een fabriek voor de vervaardiging van katoenen stoffen met een capaciteit van 50.000 spoelen en 700 weefgetouwen, die vóór het midden van de zomer van 1952 in bedrijf moet komen.

De expert moet een ingenieur zijn met zeer grote ervaring in de textiel-industrie.

Tijdsduur: 6 tot 8 maanden, zeer spoedig ingaande.

Voorwaarden: in dienst van de Verenigde Naties; het salaris zal afhangen van de capaciteit en de ervaring van de ingenieur, maar zal voor ingenieurs met zeer ruime ervaring vermoedelijk ongeveer $ 700 per maand bedragen, vrij van inkomstenbelasting van Pakistan; daarboven komt een onderhoudstoelage in rupees ter bestrijding van de kosten van wonen, eten en drinken; de Verenigde Naties betalen de reiskosten heen en terug van de deskundige, maar niet van zijn gezin.

Sollicitatie en inlichtingen als onder I. vermeld.

*De Secretaris van de*
*Technische Commissie van Advies,*
Ir F. M. C. Berkhout.

## Groep Indonesië
## Kring Djakarta

### Jaarverslag 1951

Per 31 December 1951 bedroeg het aantal leden van de Kring Djakarta 123, zodat wederom een teruggang van het aantal leden valt te constateren.

Gedurende het verslagjaar bleef het Bestuur van de Kring ongewijzigd als volgt:

Ir B. F. Schröder, Voorzitter; ir P. J. F. Apontoweil, Vice-Voorzitter; ir C. J. Danckaerts, Secretaris; ir Kwee Tat Sam, Penningmeester; ir C. Oorthuys, Commissaris; ir J. van Beugen, Commissaris.

De volgende lezingen en excursies werden georganiseerd:

*Lezingen*:

1. Dr ir J. A. Ringers (3-3-'51). *Onderwerp*: „Twee Wereldkanalen, Suez en Panama".
2. Dr ir T. R. Termeulen (9-4-'51). *Onderwerp*: „Moderne Smeerolien".
3. G. F. Haspels (20-8-'51). *Onderwerp*: „Het Bouwcentrum Rotterdam".
4. Prof. dr ir J. Klopper (28-9-'51). *Onderwerp*: „De Nederlandse Centrale Organisatie voor toegepast Natuurwetenschappelijk onderzoek (T.N.O.)".

*Excursies*:

1. Bezoek aan General Motors, Priok (5-6-'51).
2. Bezoek aan Bogor: (14-8-'51) Indonesisch Instituut Rubberonderzoek, INIRO, Goodyear Fabrieken.
3. Bezoek aan „Oranje" Brouwerij, (15-9-'51) Djakarta.

Bovendien ontvingen de leden van de agenten van de „Lauro"-Lijn een uitnodiging tot het bijwonen van een cocktailparty aan boord van het motorschip „Roma".

Eén van de hoogtepunten van het jaar was ongetwijfeld het bezoek van dr ir J. A. Ringers, die tijdens zijn kort bezoek aan Indonesië tijd heeft weten te vinden om voor ons een lezing te houden „Twee Wereldkanalen, Suez en Panama", welke lezing door een groot aantal leden en genodigden werd bijgewoond.

Gaarne spreken wij een woord van dank uit aan de sprekers, die zich beschikbaar hebben gesteld voor het houden van de lezingen en aan de Directies van bedrijven, die ons hebben ontvangen voor de bezichtiging van fabrieken en laboratoria.

*De Secretaris,*
ir C. J. Danckaerts.

## Kring Palembang

### Jaarverslag 1951

Het jaar 1951 werd ingegaan met 53 leden, waarvan 11 geassocieerde en 3 candidaat-leden. Aan het einde van het jaar telde de kring 55 leden, hiervan waren 5 geassocieerd en 5 candidaat-lid.

Niettegenstaande het feit, dat in het afgelopen jaar de repatriërings-verloven pas goed doorkwamen, is het toch verheugend dat een kleine stijging in ledental te constateren valt.

Het kringbestuur was bij de aanvang van het jaar als volgt samengesteld:

ir J. R. Keuchenius, Voorzitter; ir E. de Graaf, Secretaris; ir J. Veldkamp, Penningmeester; ir J. J. J. van Wiechen, Commissaris; ir J. P. Cordia, Commissaris.

Na de algemene ledenvergadering, gehouden in de Societeit Unitas te Pladju op 8 April 1951, werd het nieuwe bestuur der kring als volgt samengesteld:

ir J. R. Keuchenius, Voorzitter; ir J. P. Cordia, Secretaris; ir J. Veldkamp, Penningmeester; ir J. J. J. van Wiechen, Commissaris; ir Raden Ahja, Commissaris.

Na het vertrek van ir J. R. Keuchenius in Juli naar Nederland, werd de functie van Voorzitter ingenomen door ir P. J. de Groot.

In het verslagjaar vonden de volgende lezingen en excursies plaats:

21 Januari: Op uitnodiging van de Gouverneur van Zuid-Sumatra woonde de kring Palembang een lezing bij, welke gehouden werd door de heer G. Langeveld over het onderwerp *De Bouw van een Modern Ziekenhuis*. Deze lezing vond plaats in het Gouverneurshuis te Palembang.

15 Maart: Dr ir H. ter Meulen gaf een voordracht met lichtbeelden in de grote zaal van de Societeit „Unitas" te Pladju over het onderwerp *Moderne Smeerolie*.

8 April: Na afloop van de algemene ledenvergadering behandelde dr G. A. Gussenhoven, internist, het onderwerp *Longtuberculose, een veelzijdig probleem binnen de industriële sfeer*.

3—6 Mei: Excursie naar de werken der Bangka Tin Maatschappij. Aan deze excursie werd door ca 30 leden deelgenomen. Het vervoer van Pladju naar Muntok en terug geschiedde met de BPM 130. Op de heenreis hielden respectievelijk dr R. Martin en Dipl. Ing. F. A. Nelemans een lezing over de onderwerpen *Geologie van het eiland Bangka* en *Organisatie van het Bangka Tin Bedrijf*. Aan de Musi-monding werd de olieoverlaadinrichting van de BPM, de „Pierhead", bezichtigd, nadat ir J. Veldkamp een korte inleiding over het wezen en de oorsprong der inrichting had gegeven.

Te Bangka waren de deelnemers de gast van de hoofdadministrateur der Bangka Tinwerken, de heer G. L. Bol.

Het programma dat de excursieleden gedurende 3 dagen te verwerken kregen was zeer druk bezet en muntte uit door een efficiënte opzet en uitvoering.

De volgende werken werden aldaar bezichtigd:

De Maras Molen, Mijn 5 te Muntok, smelterij te Muntok, Mijn 26 (zeemijn), Mijn 2 (landmijn), de centrale te Mantung en tenslotte Mijn 7.

De gastvrijheid en de uitmuntende verzorging, die de leden hier genoten hebben, droegen ertoe bij deze onvergetelijke tocht het hoogtepunt van dit verslagjaar te maken.

14 Juni: Dr H. J. MacGillavry gaf in de Trainings Conference Room te Sungei Gerong een causerie over het onderwerp *Erfelijkheid*.

5 Augustus: Excursie naar de Waxplant van de S.V.P.M. te Sungei Gerong. Voor de aanvang der excursie gaf ir G. J. Scheffer een korte beschouwing over de paraffine-fabricatie. Hierna werden de installaties van de Paraffinefabriek bezichtigd onder de persoonlijke leiding van de heer M. van Es, Superintendent van deze fabriek. Na deze interessante rondleiding werd door de Bedrijfsleiding van de S.V.P.M. een „aangeklede borrel" in de Societeit te Sungei Gerong aangeboden.

9 September: Excursie naar de Palembangse waterleiding. Deze excursie, waaraan door een vijftigtal leden en introducé's werd deelgenomen, werd voorafgegaan door twee voordrachten: Prof. dr C. O. Schaefer sprak over de *Theorie der Waterzuivering* en ir F. Bleichrodt over de *Technische ontwikkeling der waterzuivering in Indonesië*.

Hierna werden de werken van de waterleiding bezichtigd, waar juist een geheel nieuw filterstation in bedrijf was genomen. Gedurende deze lezingen en excursie waren verscheidene prominente Indonesische regeringsvertegenwoordigers de gast van het K.I.V.I.

Na afloop werd het gezelschap in het pompstation een verversing aangeboden door het waterleidingbedrijf.

5—7 October: Excursie naar de steenkoolwinningsbedrijven te Tandjung Enim. (Tambangan Arang Tandjung Enim).

Aan deze excursie werd deelgenomen door circa 25 leden.

's Avonds de eerste dag werd het gezelschap door de administrateur, de heer Tambunan, verwelkomd, waarna een korte uiteenzetting werd gegeven van het bedrijf. De volgende dag vertrok men al zeer vroeg naar de mijnen en zag het gezelschap o.a. hoe de steenkool, die van een zeer hoogwaardige kwaliteit is, als het ware van de grond afgeschept werd.

Gedurende deze dagen was het K.I.V.I. de gast van de T.A.B.A.

Tenslotte zij gememoreerd de volle medewerking en steun, die de kring heeft mogen ondervinden van beide olie-maatschappijen, de B.P.M. en de S.V.P.M., benevens van de verschillende regeringsinstanties in het Zuid-Sumatraanse, waarvoor de kring Palembang deze lichamen zeer erkentelijk is.

*De Secretaris,*
ir J. P. Cordia.

## Afdeling voor Technische Economie

### Jaarverslag 1951

Wanneer wij ons tot het schrijven zetten van de gebeurtenissen in de Afdeling voor Technische Economie gedurende het jaar 1951, dan gaan onze gedachten in de eerste en voornaamste plaats naar wijlen dr ir W. M. van Rossum du Chattel, die door een plotselinge dood van ons werd weggenomen.

Op 17 October was hij in onze ledenvergadering te Utrecht aanwezig en volgde, zoals gewoonlijk, vol interesse de inleidingen en debatten. Zes dagen later bereikte ons het ontstellende bericht van zijn overlijden op de avond van 22 October. Die dag had hij nog diverse werkzaamheden voor onze Afdeling verricht, terwijl hij ook zijn dagelijkse bezigheden volledig en nauwgezet, zoals wij dat van hem kenden, vervulde.

Door onze voorzitter is tijdens de crematie dank uitgesproken voor alles wat hij voor onze Afdeling deed en vooral legde dr ir Bölger er de nadruk op, dat het allen die met hem contact hebben gehad, tot dankbaarheid moet stemmen, hem te hebben gekend.

In de eerstvolgende ledenvergadering hebben alle aanwezigen dr ir Van Rossum du Chattel herdacht, waarbij dr ir Bölger hem memoreerde, niet alleen als een zeer bekwaam, trouw en toegewijde secretaris/penningmeester, doch vooral als vriend.

Met dr ir W. M. van Rossum du Chattel is inderdaad een sieraad van de Nederlandse ingenieurswereld heengegaan, want hij had grote wetenschappelijke belangstelling voor techniek en economie in de ruimste zin; hij was vol initiatief. Hij werd alom gerespecteerd om zijn stijlvol en rechtschapen karakter.

In 1951 heeft de Afdeling voor Technische Economie vijf ledenvergaderingen gehouden, waarvan hieronder de namen der inleiders en de behandelde onderwerpen volgen.

24-1-'51 Drs ir M. H. Ekker: „Enkele beschouwingen over productiviteit";
4-4-'51 Ir H. Vos: „Het vraagstuk van de voorzieningen voor Ouden van Dagen, gezien in het licht van de technisch-economische ontwikkeling van heden";
22-5-'51 Ir H. Keus: „De waan van de tijd";
17-10-'51 Dr ir Z. Y. van der Meer: „Investeringen in de

bouwnijverheid"; prof. dr J. F. TEN DOESSCHATE: „De beperking der investeringen en het bedrijfsleven"; prof. dr J. TINBERGEN: „Investeringen, betalingsbalans en welvaart"; 12-12-'51 Dhr P. R. BENTZ V. D. BERG: „Het Plan-Schuman".

De verslagen van de inleidingen en discussies van de eerste drie vergaderingen zijn in de *Voordrachten* gepubliceerd. De verslagen der beide laatste vergaderingen zullen in de loop van 1952 in *De Ingenieur* worden opgenomen.

Drie ledenvergaderingen werden in Den Haag gehouden. Eén vergadering had plaats in Utrecht, terwijl aan de vergadering waarin ir H. J. KEUS sprak, een excursie was verbonden naar Heemaf te Hengelo.

Deze vergadering en excursie werden gehouden op de tweede dag van de jaarvergadering van het K.I.v.I. en vielen blijkens de grote belangstelling, zeer in de smaak van de leden.

Het bezoek aan de overige ledenvergaderingen was wederom onbevredigend (gemiddeld 60).

In 1951 telde de Afdeling 1179 leden, waarvan er circa 1100 in Nederland wonen.

Dit ledental was als volgt samengesteld:

| | |
|---|---|
| senior leden | 13 |
| gewone leden | 901 |
| geassocieerde-, buitengewone- en fusieleden | 56 |
| juniorleden | 136 |
| ambtshalve- ere- en corresponderende leden | 4 |
| leden groep Indonesia + Nederlandsche Antillen | 69 |
| Totaal | 1179 |

In de loop van het jaar traden 127 leden toe en bedankten er 74, zodat de nettovermeerdering 53 leden bedroeg. (Aantal leden in 1950: 1126).

Wij willen hier gaarne wijzen op de zeer goede samenwerking en vlotte medewerking, die wij steeds ondervonden van het Secretariaat van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs en de Redactie van *De Ingenieur*.

De Sectie voor Bedrijfsorganisatie met haar groot aantal werkgroepen heeft een zeer werkzaam jaar achter de rug. Het Sectie-bestuur bericht hierover zelf in een jaarverslag.

De rekening en verantwoording der geldmiddelen sloot met een batig saldo van *f* 302,63.

In de samenstelling van het bestuur kwam één wijziging, nl.: de commissaris ir B. D. H. TELLEGEN trad af. In de plaats van hem werd ir H. J. STOKVIS gekozen in de ledenvergadering van 4 April.

*De waarnemend secretaris/penningmeester,*
ir H. J. STOKVIS.

## Afdeling voor Technisch Wetenschappelijk Onderzoek

### Voorstel tot Reglementswijziging

De hieronder voorgestelde wijzingen zijn nodig in verband met de Sectie-vorming.

I. Art. 9 1e alinea.

Oud: Het Bestuur bestaat uit minstens vijf leden of meer, te weten een Voorzitter, een Secretaris, een Penningmeester en twee of meer Commissarissen.

Nieuw: Het Bestuur bestaat uit een Voorzitter, een Secretaris, een Penningmeester, twee of meer Commissarissen en de Voorzitter(s) van de Sectie(s) der Afdeling.

II. Art. 10 1e alinea.

Oud: De Voorzitter, de Secretaris en de Penningmeester worden afzonderlijk gekozen. Zij en de andere bestuursleden zijn benoemd, enz.

Nieuw: De Voorzitter, de Secretaris en de Penningmeester worden afzonderlijk gekozen, Zij en de Commissarissen zijn benoemd, enz.

III. Art. 17 4e alinea.

Oud: De indiening dezer stukken enz. om te voldoen aan de bepaling van art. 21 van het Reglement van het Instituut.

Nieuw: De indiening dezer stukken enz. om te voldoen aan de bepaling van art. 23 van de Statuten van het Instituut.

IV. Art 18 onder a: Oud: . . . volgens art. 6 al. 7 van de Statuten . . . Nieuw: . . . volgens art. 7 al. 6 van de Statuten.

V. Nieuw: Art. 32. Overeenkomstig artikel 8 der Statuten van het Instituut kan door de Afdeling — eventueel in samenwerking met andere Afdelingen — op verzoek van ten minste 10 stemgerechtigde afdelingsleden voor elk vakbelang, dat een afzonderlijke behartiging vereist, een Sectie worden opgericht.

Art. 33. 1. Het reglement van een Sectie mag geen bepalingen bevatten in strijd met de letter of de geest van de Statuten of de Huishoudelijke Verordening van het Instituut of die van het Reglement der Afdeling en treedt eerst in werking, nadat het in een Sectie-ledenvergadering is aangenomen en door het Bestuur van de Afdeling en vervolgens door de Raad van Bestuur van het Instituut is goedgekeurd.

2. Ten aanzien van later in het Reglement aan te brengen wijzigingen geldt dezelfde gedragslijn.

Art. 34. 1. Op voorstel van het Sectiebestuur en nadat terzake overleg gepleegd is met de Raad van Bestuur van het Instituut kan het Afdelings-bestuur een Sectie opheffen, indien in een Sectie-vergadering, dan wel schriftelijk, ten minste $^2/_3$ van het totale aantal stemgerechtigde Sectieleden zich voor opheffing heeft uitgesproken.

2. De Raad van Bestuur van het Instituut kan op verzoek van het Afdelingsbestuur een Sectie opheffen, indien in een Ledenvergadering van de Afdeling ten minste $^2/_3$ van het aantal aanwezige stemgerechtigde Afdelingsleden zich voor die opheffing heeft uitgesproken.

3. Bij opheffing pleegt het laatste Sectiebestuur overleg met het Afdelingsbestuur voor de afwikkeling van zaken met betrekking tot de bestaande verplichtingen en de eigendommen van de Sectie.

VI. Oude nummering Art. 32 tot en met 39 wordt
Nieuw: Art. 35 tot en met 42.

Dit voorstel tot wijziging van het Reglement der Afdeling, zal volgens Art. 33 van het huidige Reglement, op de eerstkomende Vergadering na een maand, volgende op deze aankondiging, behandeld worden.

*De Secretaris,*
ir W. KOK.

## Afdeling voor Electrotechniek
## Afdeling voor Werktuig- en Scheepsbouw

### Kort verslag van de gemeenschappelijke 188e resp. 186e ledenvergadering op 10 October 1951 in „Esplanade" te Utrecht

Nadat de wnd Voorzitter der Afd. Electrotechniek ir H. F. A. ROODENBURG de vergadering had geopend, werd door hem allereerst het overlijden van dr A. F. PHILIPS gememoreerd. In stille herdenking verhieven de aanwezigen zich daarbij enige ogenblikken van hun zetels.

Vervolgens werd het woord verleend aan mr A. C. HIRST B. Sc M.I.M.E. M.I.E.E. M.I.F., Chef Turbine-afdeling van „The English Electric Co Ltd, Rugby" voor een lezing met lichtbeelden over: *Modern Turbo-Alternator Plant for Central Power Station.*

Op deze interessante voordracht volgde een geanimeerde discussie; het verslag van voordracht en discussie is aangeboden aan de Redactie van *De Ingenieur.*

*De Secretaris der*
*Afd. voor Electrotechniek,*
ir W. JANSEN.

## Afdeling voor Electrotechniek

### Kort verslag van de 189ste ledenvergadering op 28 November 1951 in de „Dierentuin" te 's-Gravenhage

Aan deze vergadering werd ongewoon reliëf verleend door de aanwezigheid van Z. Ex. de Zweedse Gezant, die in het bijzonder door de Voorzitter werd welkom geheten.

Daarna hield prof. H. NORINDER (Institut for Högspanningsforskning, Uppsala) een voordracht, geïllustreerd met lichtbeelden, over: „Surges on electric lines produced by lightning with special relation to research in Sweden".

Aan de discussie over dit actuele onderwerp namen verscheidene leden deel. Voordracht en discussie werden aan de Redactie van *De Ingenieur* aangeboden.

*De Secretaris,*
ir W. JANSEN.

## PROGRAMMA VAN VERGADERINGEN

### Afdeling voor Bouw- en Waterbouwkunde

**166ste Ledenvergadering op Donderdag 20 Maart 1952 te 10.45 uur in de tuinzaal van de Dierentuin (Koningskade) te 's-Gravenhage**

*Agenda*:

1. Opening van de vergadering.
2. Goedkeuring van de notulen van de te 's-Gravenhage op 21 December 1951 gehouden 164ste ledenvergadering, gepubliceerd in *De Ingenieur* no. 3, 1952.
3. Mededelingen van het Bestuur.
4. Voordracht met lichtbeelden door dr ir L. W. NIJBOER (Shell) over:
   *Enige beschouwingen over de eigenschappen van bitumen-mineraal aggregaatmengsels in verband met hun toepassing in de Waterbouwkunde.*
5. Discussie over de voordracht.
   Lunchpauze.
6. Voordracht met lichtbeelden door ir H. A. FERGUSON (Rijkswaterstaat) over:
   *Enkele toepassingen van asphalt in de Waterbouwkunde.*
7. Discussie.
8. Rondvraag.
9. Sluiting van de vergadering.

*Opmerkingen*:

1. Gedurende de pauze wordt een gemeenschappelijke lunch gehouden in het restaurant van de Dierentuin, waarvan de kosten bedragen *f* 3,— incl. bediening, ter plaatse aan de kellner te voldoen.
2. Opgave vóór 18 Maart 1952.

Hoefbladlaan 68
Den Haag (L.)
Tel. 390100 (overdag).
396416 (des avonds).

*De Secretaris,*
ir J. C. LE NOBEL.

### AGENDA VAN VERGADERINGEN

1 Maart 1952. Verbond van Wetenschappelijke Onderzoekers te Utrecht, Catharijnesingel 59. Aanvang 14.15 uur. Prof. dr M. J. LANGEVELD en prof. dr H. FREUDENTHAL: *De verhouding tussen alfa- en beta-wetenschappen.* (Zie blz. A. 61).
4 Maart 1952. Symposium „Verstrooiling van licht- en materiegolven", georg. door de Ned. Natuurk. Ver., te Delft, Mijnbouwplein 11. Aanvang 10.30 uur. Prof. dr R. KRONIG: *Algemene gezichtspunten bij verstrooiingsproblemen.* Prof. dr C. C. JOUBER: *Verstrooiling van neutronen aan kernen en kristallen.* Dr H. C. VAN DER HULST: *Verstrooiling van licht aan kleine deeltjes.* Voorts: Korte mededeling over recente onderzoekingen. (Zie blz. A. 40).
▶ 4 Maart 1952. Prof. dr ALBERT M. PORTEVIN te Delft, Nieuwe Laan 76. Aanvang 10.30 uur. Colleges over: *Les traitements thermiques des aciers.* (Zie blz. A. 85).
▶ 5 Maart 1952. Institut Français d'Amsterdam (Maison Descartes) te Amsterdam (Museumplein 11). Aanvang 20.15 uur. Prof. dr ALBERT M. PORTEVIN: *Une réalisation française, l'Institut de recherches de la sidérurgie* (ISRID). (Zie blz. A. 85).
* 5 Maart 1952. Afd. voor Technische Economie te 's-Gravenhage in het geb. v.h. K.I.v.I. Aanvang 14.00 uur. Prof. ir F. M. ROETERINK: *Centrale en regionale organen ter bevordering van de vakopleiding volgens het leerlingsteisel.* (Zie blz. A. 81).
* 6 Maart 1952. Afd. voor Techn. Wetensch. Onderzoek, Sectie voor Regeltechniek te Delft. Excursie naar het Koninklijke/Shell-Laboratorium. Ir J. M. L. JANSSEN: *Het instellen van regelinstrumenten.* (Zie blz. A. 66)
▶ 6 Maart 1952. Ver. voor Statistiek te Scheveningen (Kurhaus). Aanvang 9.00 uur. Statistische Dag 1952. Sprekers: Prof. dr O. BAKKER, J. H. ENTERS, prof. dr S. T. BOK, ir J. VAN ETTINGER, dr H. C. HAMAKER, prof. dr D. VAN DANTZIG. (Zie blz. A. 40 en blz. A. 85).
▶ 6 en 7 Maart 1952. Ned. Keramische Vereniging, te Maastricht (Redoute). Aanvang resp. 12.30 uur en 9.00 uur. Vergadering en Excursie ENCI en Société Céramique. Sprekers: Ir K. L. A. VAN DER LEEUW, dr G. D. RIECK en ir G. VAN GIJN. (Zie blz. A. 85).
▶ 7 Maart 1952. Ned. Rheologische Vereniging te Delft (Oostplantsoen 25). Aanvang 13.45 uur. Rheologie van Korrel-vloeistofsystemen. Sprekers: Prof. ir E. C. W. A. GEUZE en dr ir L. W. NIJBOER. (Zie blz A. 85).
* 7 Maart 1952. Afd. voor Mijnbouw te 's-Gravenhage in het geb. v. h. K.I.v.I. Aanvang 20.00 uur. Prof. ir TH. R. SELDENRATH: *De betekenis van de kolenindustrie voor de industriële ontwikkeling van Brazilië.* (Voorlopige mededeling).
* 12 Maart 1952. Kring Gelderland. Excursie naar de nieuwe kazernes op de Veluwe. (Voorlopige mededeling).
13 Maart 1952. Fullbright lectures aan de T.H. te Delft, Mijnbouwplein 11. Aanvang 16.00 uur. Dr CYRILL M. HARRIS: Eerste van een serie van 6 voordrachten over *Ultrasonics.* (Zie blz. A. 40).
* 18 Maart 1952. Afd. voor Gezondheidstechniek en in samenwerking met de Ned. Ver. tegen Water-, Bodem- en Luchtverontreiniging, te Amsterdam. *Verontreiniging van de buitenlucht.* (Voorlopige mededeling).
* 19 Maart 1952. Afd. voor Bouw- en Waterbouwkunde, Sectie voor Grondmechanica, te Delft (Oostplantsoen 25). Aanvang 14.15 uur. Ir G. PLANTEMA: *Diepsondeerapparaten en meetapparatuur voor grondonderzoek in de practijk.* (Voorlopige mededeling).
▶* 20 Maart 1952. Afd. voor Bouw- en Waterbouwkunde te 's-Gravenhage (Dierentuin). Aanvang 10.45 uur. Dr ir L. W. NIJBOER: *Enige beschouwingen over de eigenschappen van bitumen-mineraal aggregaat-mengsels in verband met hun toepassing in de waterbouwkunde.* Ir H. A. FERGUSON: *Enkele toepassingen van asphalt in de waterbouwkunde.* (Zie blz. A. 92).
▶* 20 Maart 1952. Afd. voor Werktuig- en Scheepsbouw te Rotterdam. Excursie naar de bij Wilton-Fijenoord in aanbouw zijnde „Maasdam"; na lunch, aangeboden door Wilton-Fijenoord, bezoek aan de Holland-Amerika-lijn, o.a. de „Rijndam". (Voorlopige mededeling).
▶* 26 Maart 1952. Afd. voor Electrotechniek en Afd. voor Techn. Wetensch. Onderzoek te Eindhoven (Philips). A. VAN SLUITERS en dr J. H. VAN DER TUUK: *Electronenbuizen*; bezoek aan fabricage-afdelingen. (Voorlopige mededeling).
▶* 26 Maart 1952. Afd. voor Bouw- en Waterbouwkunde, Sectie voor Grondmechanica te Delft (Oostplantsoen 25). Aanvang 14.15 uur. Ir G. PLANTEMA: *Diepsondeerapparaat en andere meetapparatuur voor grondonderzoek in gebruik bij Gemeentewerken Rotterdam.*
* 3 April 1952. Koninklijk Instituut van Ingenieurs te Utrecht (geb. v. K. en W.). Aanvang 13.30 uur. *Rapport over het vraagstuk van de toekomstige Energie-Voorziening in Nederland.* (Voorlopige mededeling).
* 4 April 1952. Afd. voor Bouw- en Waterbouwkunde te Arnhem-Doesburg. Aanvang 10.30 uur. *De werken tot verbetering van de IJssel.* (Voorlopige mededeling).
* 16 en 17 April 1952. Afd. voor Werktuig- en Scheepsbouw te Delft. Vacantieleergang. (Voorlopige mededeling).
16—18 April 1952. Kon. Ned. Toeristenbond te Delft (Oosterplantsoen 35). Aanvang 10.00 uur. Sprekers: K. J. MÜLLER, prof. ir T. H. VAN WISSELINGH, ir A. E. J. NAP, ir C. A. KUIJSTEN, prof. Dr. Ing. N. A. HALBERTSMA, mr J. M. HARMSEN. (Zie blz A. 51).
* 21 Mei 1952. Afd. voor Bouw- en Waterbouwkunde, Sectie voor Utiliteitsbouw te Utrecht. Symposium *Bedrijfsvloeren.* (Voorlopige mededeling).
* 17 en 18 April 1952. Afd. voor Techn. Wetensch. Onderzoek, Sectie voor Regeltechniek te Delft (Geb. voor Scheikunde v.d. T.H.). Vacantieleergang: *Regelen van processen.* (Voorlopige mededeling).
* 9—14 Juni 1952. Afd. voor Werktuig- en Scheepsbouw. Excursie naar Zwitserland, uitgangspunt Zürich. (Voorlopige mededeling).

▶ = Nieuw aangekondigde Vergadering. * = Instituuts-, Kring-, Afd.- of Sectie-Vergadering

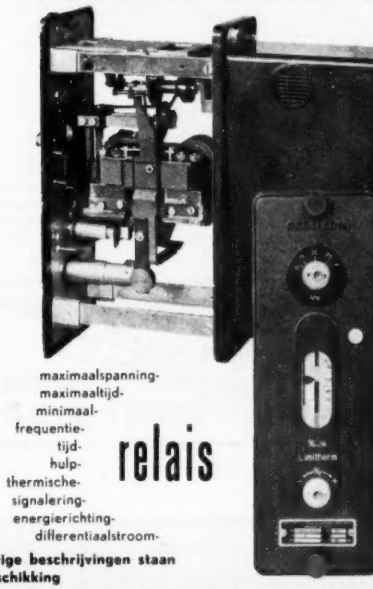
Inhoud ALGEMEEN GEDEELTE 9: CORNELIS DIRCKSZ MUYS, de uitvinder van de Amsterdamse moddermolen, door G. DOORMAN. — Berichten van allerlei aard: Institut Français d'Amsterdam (Maison Descartes), Lezingen door prof. dr ALBERT M. PORTEVIN op 4 en 5 Maart 1952. Statistische Dag 1952, op 6 Maart te Scheveningen (Kurhaus). Ned. Keramische Ver., Verg. en excursie op 6 en 7 Maart 1952 te Maastricht. Ned. Rheologische Ver., Verg. op 7 Maart 1952 te Delft. Fotografische opnamen in radioactieve gebieden. Het gebruik van radioactieve tracers in de industrie. Uit het buitenland. — Boekennieuws: Ir W. S. VAN DE ERVE b.i., Le Corbusier, Idealistisch Architect, door ir F. H. WARNAARS. Aankondigingen. — Personalia. — K.I.v.I.: Bureau voor Internationale Technische Hulp, Technische Commissie van Advies. Groep Indonesië, Kring Djakarta, Jaarverslag 1951, Kring Palembang, Jaarverslag 1951. Afd. voor Technische Economie. Jaarverslag 1951. Afd. voor Techn. Wetensch. Onderzoek, Voorstel tot Reglementswijziging. Afd. voor Electrotechniek en Afd. voor Werktuig- en Scheepsbouw, Notulen 10 Oct. 1951. Afd. voor Electrotechniek, Notulen 28 Nov. 1951. — Programma van Vergaderingen. — Agenda van Vergaderingen.

„ACADEMIA" voor Boekhandel en Antiquariaat Techniek-Wetenschap-Kunst
Oude Delft 101-103, Delft, tel. 1776, naast Hoofdgeb. T.H.

Speciale aanbieding:
LORENTZ—JOOS—KALUZA, Höhere Mathematik f.d. Praktiker 1940 (f 34.10) ..... f 9.50
W. KRANNICH, Kunststoffe im techn. Korrosionsschutz. 1943 ..... f 28.—
Uit voorraad leverbaar:
Prof. Dr Ir J. GOUDRIAAN, Economie in zestien bladzijden. 1952 ..... f 15.—
CHESTNUT—MAYER, Servomechanisms and Regulating. System Design. Vol. I. 1951 ..... f 34.10
MARKS' Mechanical Engineers' Handbook Revised 5th. ed. 1951 ..... f 65.60
R. WOLLMANN, Die elektr. Modell-Eisenbahn. 1949 f 12.30

LEDEREN WERKHANDSCHOENEN
in diverse uitvoering
LEDEREN SCHORTEN,
LEDEREN RINGETJES,
in diverse grootte,
het voordeligst bij:
Lederwarenfabr. PELA
BREDA
Speelhuislaan 94 - Telefoon 9310

OERLIKON
relais voor vele doeleinden



maximaalspanning-
maximaaltijd-
minimaal-
frequentie-
tijd-
hulp-
thermische-
signalering-
energierichting-
differentiaalstroom-
relais

uitvoerige beschrijvingen staan ter beschikking

w.breemen
nr. 011403

N.V. GEBR. VAN SWAAY
's-GRAVENHAGE SURABAJA
DJAKARTA BANDUNG

# INHOUDSOPGAVE VAN BUITENLANDSE TIJDSCHRIFTEN

## ALGEMENE TIJDSCHRIFTEN


| | Aantal blz. | Aantal fig. |
|---|---|---|
| **THE ENGINEER**, Vol. 193 — nr 5011 van 8 *Februari* 1952 | | |
| A. GRAHAM: Phenomenological theories of creep | 4 | 5 |
| S. LIVINGSTON SMITH: Ship Research (vervolg) | 3 | 2 |
| Marine gas turbines and the aeronautical engineer | 3 | — |
| Manchester-Sheffield-Wath electrification | 3 | 9 |
| Laminated plastics | 3 | 4 |
| C. CARTY: The Rome metropolitan railway | 3 | 4 |
| Electric thermal storage plant for space heating | 2 | 2 |
| Reconditioning and Old Jetty | 5 | 14 |
| H. FEALDMAN: A graphical method for changing scale | 2 | 4 |
| Industry and the atom | 1 | — |
| **ENGINEERING**, Vol. 173 — nr 4489 van 8 *Februari* 1952 | | |
| 3,000-H.P. gas-turbine electric locomotive British railways | 3 | 6 |
| Electrification of the Manchester-Sheffield wath railway | 3 | 5 |
| J. M. BUIST: Abrasion an wear of rubber | 3 | 4 |
| R. W. DOUGHERTY: The hydraulic transport of coal | 2 | — |
| The S.P.M. variable-pitch and reversing propeller | 1 | 2 |
| **BULLETIN TECHNIQUE A.I.BR.**, Vol. 3 — nr 5 van 1951 | | |
| P. GERMAIN: Un procede analogique pour la résolution de l'Equation de Laplace | 10 | 9 |
| G. WILLEMS: L'évolution constante de la technique belge du génie civil | 4 | — |
| J. VERDEYEN: La mécanique du sol et ses applications | 6 | 3 |
| A. LOMBARD: Géologie et barrages | 2 | — |
| **ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE**, Jg 94 — nr 5 van 11 *Februari* 1952 | | |
| Der vielseitige Schöpfer auf technischem Gebiet | 4 | 17 |
| E. MARTYRER: Über das Anfahrverhalten von Föttinger-Drehmomentwandlern | 8 | 11 |
| Ein Brückenkranwagen von 30 t Tragfähigkeit | 2 | 3 |
| H. MÄKELT: Die Anforderungen an Gleitlager, insbesondere aus Kunststoffen | 8 | 17 |
| **SCHWEIZERISCHE BAUZEITUNG**, Jg 70 — nr 5 van 2 *Februari* 1952 | | |
| K. PFLANZ: Messung und Rechnung beim Begenlauf von Schienenfahrzeugen | 4 | 10 |
| Lichtsignal-Anlage beim Bahnübergang Winterthur-Töss | 8 | 20 |
| **SCHWEIZER ARCHIV**, Jg 18 — nr 1 van *Januari* 1952 | | |
| M. ROS: Dem Schweiz. Verband für die Materialprüfungen der Technik zum 25 jährigen Festtag seiner Gründung | 7 | — |
| W. EPPRECHT: Röntgenfeinstruktur-Untersuchungen über das Kriechen von Stahl | 12 | — |
| H. LÜLING: Ueber warmfesten Stahlguss | 10 | 15 |
| **INGENIØREN**, Jg 61 — nr 4 van 26 *Januari* 1952 | | |
| G. DANIELSEN: Om brandfarlige vaedsker | 5 | 2 |
| W. FREY: Anvendelse af den dynamiske stabilitetsteori pa det fremtidige 150 kV net i Jylland og pa Fyn | 4 | 12 |
| **INGENIØREN**, Jg 61 — nr 5 van 2 *Februari* 1952 | | |
| R. GRØNNEMØSE JENSEN: Slaebe-og bugserprøver | 12 | 34 |
| J. JØRGENSEN: Faerdigstøbte betonelementer i byggeriet | 5 | 6 |
| **TEKNISK TIDSKRIFT**, Jg 82 — nr 6 van 12 *Februari* 1952 | | |
| G. RANDERS: Hvorfor Norge allerede har en atomreaktor | 6 | — |
| M. MALM: Industriell livsmedelskonservering i Sverige | 10 | 5 |


## CHEMISCHE TECHNIEK

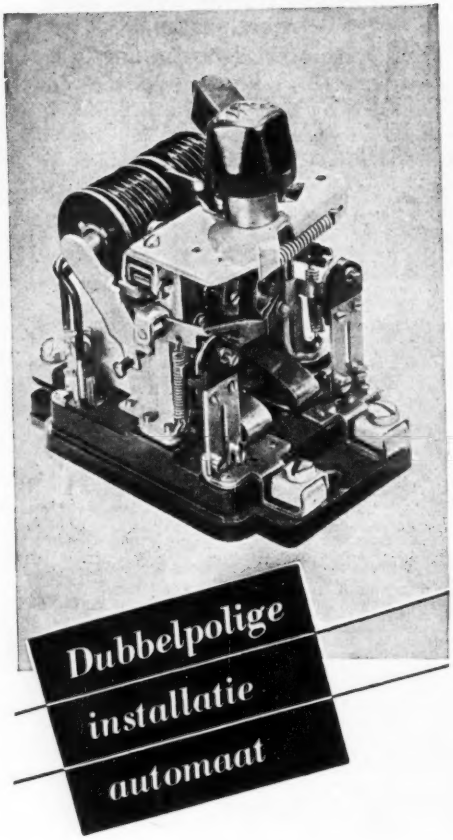

| | | |
|---|---|---|
| **WATER & SEWAGE WORKS**, Vol. 99 — nr 1 van *Januari* 1952 | | |
| D. ANGLIN: Pipe cutting experiences | 2 | 4 |
| F. N. KEMMER e.a.: A new coagulation aid | 4 | 2 |
| R. CATER e.a.: Basic factors in centrifugal pump (vervolg) | 4 | 14 |


## ELECTROTECHNIEK


| | | |
|---|---|---|
| **ELECTRONICS**, Vol. 25 — nr 2 van *Februari* 1952 | | |
| H. I. KANTOR: Electronics Engineering needed in medicine | 2 | 2 |
| D. N. LAPP: New Pennsylvania turnpike UHF communications system | 4 | 8 |
| C. J. HIRSCH e.a.: Principles of NTSC compatible color television | 8 | 13 |
| R. B. DOME: NTSC Color-TV synchronizing signal | 2 | 2 |
| J. G. WOORWARD: Vibrating-plate viscometer | 3 | 2 |
| G. W. GRAY: Inexpensive square-wave generator | 3 | 4 |
| H. J. GEISLER: R-F Bursts actuate gas-tube switch | 2 | 4 |
| E. E. HARRIES e.a.: Concentric-lines tune UHF channels | 5 | 9 |
| E. P. FELCH e.a.: Magnetic modulators | 5 | 6 |
| R. C. WITTENBERG: Broad-banding by stagger tuning | 4 | 6 |
| A. W. VANCE e.a.: Regulated 1,600-Ampere filament supply | 2 | 2 |
| J. GREEN: Evaluating performance of TV picture tubes | 6 | 9 |
| J. W. TILEY: Microwave antenna pattern plotter | 3 | 8 |
| **BULLETIN SCIENTIFIQUE DE L'ASSOCIATION DES INGENIEURS ELECTRICIENS SORTIS DE L'INSTITUT ELECTROTECHNIQUE MONTEFIORE**, Vol. 64 — nr 12 van *December* 1951 | | |
| R. PÉLISSIER: La propagation des ondes transitoires et périodiques le long des lignes électriques | 20 | 6 |
| **REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ**, Vol. 36 — nr 1 van *Januari* 1952 | | |
| J. WALTER: L'électrification des chemins de fer en courant monophasé à 50 hertz | 13 | 14 |
| J. DUFLOS e.a.: Les isolants modernes et les possibilités du verre tissé | 7 | 09 |
| G. KOUSKOFF: Méthode de calcul des impédances et des pertes dans les conducteurs logés dans une encoche de machine électrique | 15 | 12 |
| B. PISTOULET: Les amplificateurs magnétiques et leurs récents progrès | 8 | 17 |
| J. VILLE: Sur les origines de la théorie des réseaux linéaires | 3 | — |


***Fotocopieën van artikelen zijn voor leden van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs te bestellen bij de Algemeen Secretaris, Prinsessegracht 23, 's-Gravenhage tegen de prijs van f 0,60 per gefotografeerde bladzijde tot A 4 (Ingenieur's) formaat. Bij grotere maten worden 2 foto's per bladzijde genomen.***

**Z.O.Z.**




voor toepassing in installaties waarbij dubbelpolige beveiliging is voorgeschreven ter verhoging van de veiligheid tegen gevaarlijke aanrakingsspanningen op de nulleider en tegen brandgevaar. Smeltveiligheden zijn in die gevallen niet te gebruiken daar deze geen gelijktijdige onderbreking van beide polen waarborgen. Even goed en belangrijk goedkoper dan buitenlands fabrikaat!

*even goed en belangrijk goedkoper dan buitenlands fabrikaat!*

Beauduin

N.V ELECTRISCHE APPARATENFABRIEK
**v/h Van Wijk & Visser**
GELDERMALSEN TEL. K 3455 · 344

## INHOUDSOPGAVE VAN BUITENLANDSE TIJDSCHRIFTEN

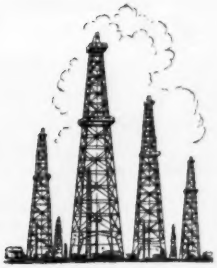
### BOUW- EN WATERBOUWKUNDE

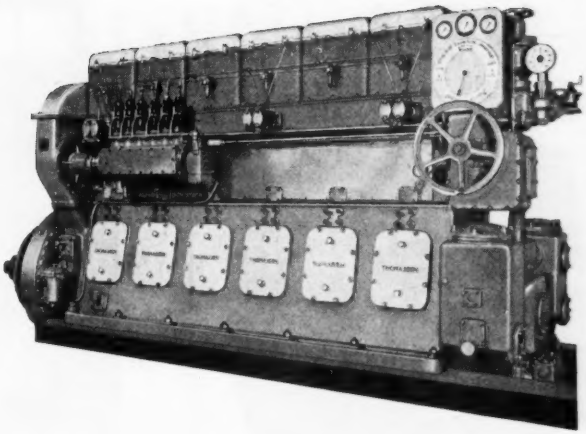
| | Aantal biz. | Aantal fig. |
|---|---|---|
| **ENGINEERING NEWS-RECORD**, Vol. 148 — nr 3 van 17 *Januari* 1952 | | |
| F. S. MERRITT: Longest plate girders are twins but with different parents | 4 | 4 |
| O. R. BENGSTON: Template takes trouble out of driving 70-ft cofferdam cells | 2 | 5 |
| **CIVIL ENGINEERING**, Vol. 22 — nr 1 van *Januari* 1952 | | |
| P. L. TROAST: Limited-access turnpike relieves congestion | 2 | 2 |
| W. W. WANAMAKER: Streamlined staff directs big project | 2 | — |
| CH. M. NOBLE: Standardized design and careful scheduling speed construction | 4 | 4 |
| J. D. WELCH: Field construction controlled by soil samples tested in laboratory | 4 | — |
| O. H. AMMANN: Deck plate girders of record span adopted | 6 | 9 |
| E. E. PAUL e.a.: Design, fabrication and erection complicated by size of members | 6 | 6 |
| J. R. DITZ e.a.: Flexible-type pavement selected | 5 | 8 |
| **DIE BAUTECHNIK**, Jg 29 — nr 2 van *Februari* 1952 | | |
| H. MUHS: Untersuchungen über das Setzungsverhalten des Baugrundes | 6 | 8 |
| J. OHDE: Zur Erddruck-Lehre (vervolg) | 5 | 70 |
| W. SCHENCK: Erfahrungen mit Stahlrammpfählen bei der Gründung des Pier „A" der Getreideanlage am Hafen III in Bremen | 5 | 10 |
| K. KEIL: Die Dichtung und Verfestigung bindiger Bodenarten | 5 | 12 |
| F. JOPPEN: Sohlendruckverteilung unter Schiffahrtsschleusen mit durchgehender biegungsfester Sohlenplatte | 6 | 9 |
| **DER STAHLBAU**, Jg 21 — nr 2 van *Februari* 1952 | | |
| W. CORNELIUS: Die Berechnung der ebenen Flächentragwerke mit Hilfe der Theorie der orthogonal-anisotropen Platte | 4 | — |
| R. BARBRÉ: Neubau der Luitpold-Hängebrücke über die Donau in Passau | 6 | 12 |
| E. HERMANN SCHULZ: Über Dauerversuche an Stahlträgern gröszerer Abmessungen | 5 | 12 |
| **DIE WASSER-WIRTSCHAFT**, Jg 42 — nr 4 van *Januari* 1952 | | |
| Entwicklungslinien im Talsperrenbau unter besonderer Berücksichtigung der Steindämme und Beton-Staumauern | 32 | 68 |
| W. KOENIG: Neuzeitliche Einpresztechnik | 13 | 17 |
| G. MUSZGNUG: Chemische und mineralogische Zusammensetzung und einige charakteristische Eigenschaften des Sulfathüttenzementes | 9 | 14 |
| W. KOENIG: Reihenversuche mit Sulfathüttenzement | 5 | 2 |
| F. KEIL: Luftporen anstelle von feinstem Betonzuschlagstoff | 3 | 4 |
| J. OBERBACH e.a.: Bituminöser Beton als Baustoff im konstruktiven Ingenieurbau | 3 | 2 |
| J. OBERBACH: Bituminöser als Baustoff im konstruktiven Ingenieurbau | 3 | 2 |
| C. RAPPERT: Die Entwicklung von Groszrüttlern und ihre Einsatzmöglichkeit im Talsperrenbau | 6 | 8 |
| **L'OSSATURE MÉTALLIQUE**, Vol. 17 — nr 2 van *Februari* 1952 | | |
| E. DORLET: Manutention de grands réservoirs | 4 | 8 |
| E. AMSTUTZ: Une nouvelle conception de ponts soudés | 2 | 3 |
| E. A. VAN GENDEREN STORT: La toiture de l'usine Coca-Cola de la S. A. Bottelo à Schiedam | 6 | 7 |
| Remorques pour transports exceptionnels | 4 | 4 |
| A DEFAY: La sécurité dans les constructions | 4 | 5 |
| O. BIHET: Les recherches belges sur les aciers résistant au fluage | 2 | 2 |
| R. HUGENECK: Reconstruction de l'Opéra de vienne | 5 | 9 |
| M. ESSLINGER: Calcul d'un arc tubulaire | 8 | 9 |
| **ANNALES DES TRAVAUX PUBLICS**, Vol. 104 — nr 6 van *December* 1951 | | |
| Poutres rectangulaires sollicitées par des charges uniformément réparties | 14 | 4 |
| C. CAMERMAN: Les pierres de taille calcaires | 17 | 6 |
| CH. DUBOSCH: Egouts publics. Epuration | 16 | — |
| **REVUE DE LA NAVIGATION**, Jg 24 — nr 3 van 10 *Februari* 1952 | | |
| L. P. LEROY: La reconstitution du parc fluvial en 1951 | 10 | 10 |

***Fotocopieën van artikelen zijn voor leden van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs te bestellen bij de Algemeen Secretaris, Prinsessegracht 23, 's-Gravenhage tegen de prijs van f 0,60 per gefotografeerde bladzijde tot A 4 (Ingenieur's) formaat. Bij grotere maten worden 2 foto's per bladzijde genomen.***

IJSSELMONDE
**KEMPER**
BETON BOUWT BETER!

NGF
NEDERL. GEREEDSCHAPPEN FABRIEK N.V.
HOOGEVEEN
Alle speciaal- en precisiewerk, als:
SNIJ-, TREK- EN BUIGSTEMPELS, PERS- EN SPUITMATRIJZEN, BOOR-, FRAIS- EN KEURMALLEN, ETC.





*Thomassen scheepsdieselmotor met drukvulling, type 6 VaSD, direct omkeerbaar, 600 pk bij 350 o.p.m.*

Thomassen dieselmotoren en gasmotoren zijn gedurende meer dan 40 jaren ontwikkeld voor gebruik op de olieterreinen in de tropen, waar zij moeten voldoen aan de hoogste eisen van bedrijfszekerheid, eenvoud van bediening en gemakkelijk onderhoud.

U koopt deze grote ervaring, wanneer U bij Thomassen een dieselmotor koopt voor:

| | |
|---|---|
| Polder-bemaling | 150-1000 pk |
| Generator-aandrijving | 150-1000 pk |
| Scheeps-voortstuwing | 150- 800 pk |

# THOMASSEN

DE STEEG - HOLLAND

# BECKER & CO. - LADENBURG

*Machine-eenheden*

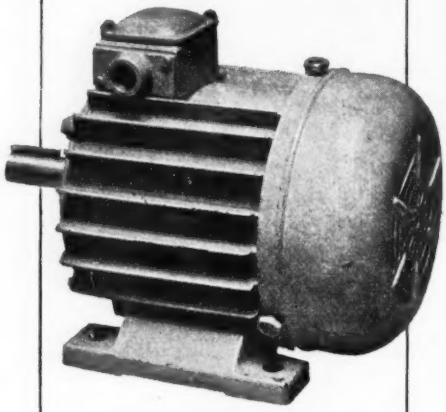
Tafeleenheid TE 315—20.6 dubbel

# OČENÁŠEK MACHINEHANDEL - HAARLEM

WAGENWEG 200

TELEFOON 18270

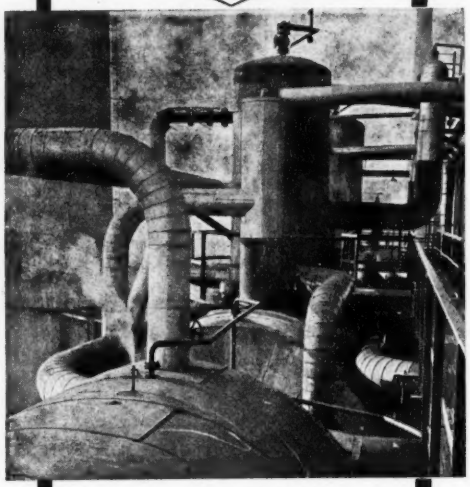
# ASEA
MOTOREN
**zijn ideale aandrijvingen**



**Groenpol**

GROENEVELD, v. d. POLL & CO'S ELECTROTECHNISCHE FABRIEK N.V.

AMSTERDAM • ROTTERDAM • WORMERVEER • GRONINGEN



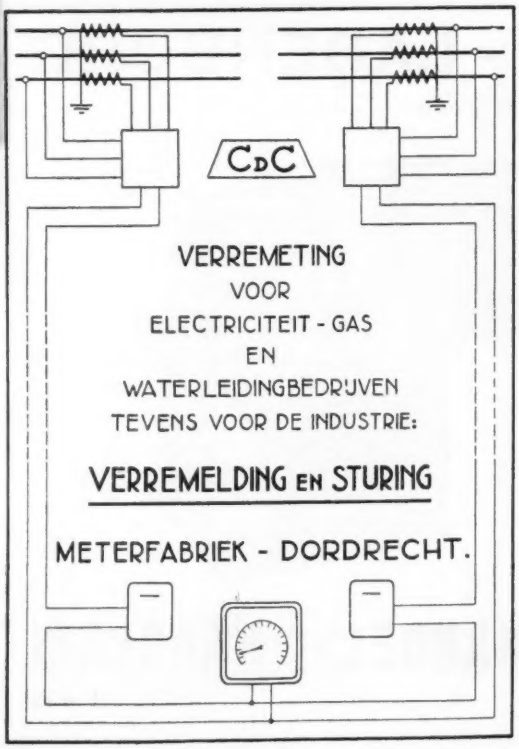
*Voedingwater-ontgassingsinstallatie*

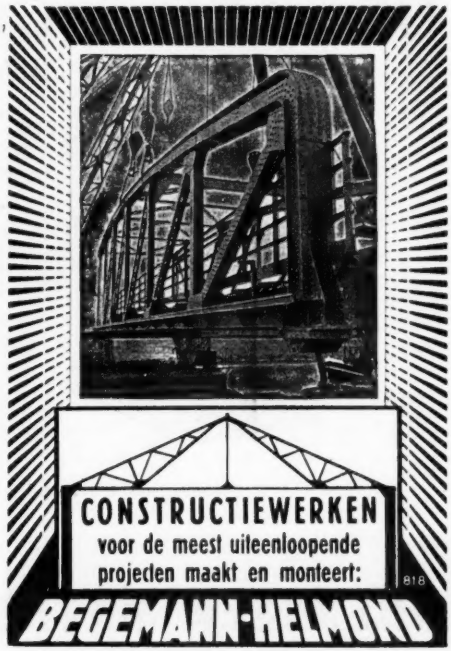
**NEDERLANDSCHE ELECTROLASCH MIJ. N.V.**

LEIDEN - OUDEWETERING

HOOFDKANTOOR: LEIDEN, POSTBUS 6, TEL. 22941-22942

Uitvoerig geïllustreerd fabricage programma wordt op aanvraag toegezonden.



DE INGENIEUR

## CH. CHEMISCHE TECHNIEK 2.

# Centrifuges en Separatoren [1)]

621.928.3

## I. Centrifuges en Separatoren, hoofdzakelijk voor het winnen van een vaste stof uit een suspensie

*door P. VAN RIEL*

**Summary:** *Centrifugal separation of solid matter and fluids.*

### Historie

Voor zover ons bekend vond de eerste centrifuge-toepassing plaats in 1837 voor het ontwateren van wol in Engeland. Daarna, doch in het bijzonder in de laatste 25 jaar, vond de centrifuge haar onmiskenbare plaats in tal van industrieën.

### Beperking

Om het terrein te beperken, zal niet worden gesproken over cyclonen voor droge en natte producten, stofvangers, vliegasvangers, melkontromers, resp. melkindikkers, de zg. ultracentrifuges, welke toegepast worden bij serum-onderzoek, e.d. apparaten. Hoofdzakelijk is gedacht aan die machines, welke de Nederlandse machineindustrie *zelf* vervaardigt.

### Wat zijn centrifuges en wat zijn separatoren?

Tot goed begrip diene, dat het gebruikelijk is machines met *geperforeerde trommels*, al dan niet voorzien van zeven of filterdoeken, *centrifuges* te noemen en machines met *ongeperforeerde trommels separatoren*.

### Doel

In *centrifuges* is het doel gewoonlijk om een vaste stof op het zeeforgaan achter te houden en de vloeistof, waarmede de vaste stof gemengd was, te laten passeren door het filtermedium.

Indien nodig, kan deze resterende koek gewassen, gestoomd, opgelost, uitgeloogd, genitreerd, geverfd, gebleekt of geïmpregneerd worden, al naar gelang van de eisen, welke de practijk aan het eindproduct stelt.

Bij *separatoren* wordt getracht onder de invloed der centrifugaalkracht een scheiding teweeg te brengen tussen een vaste stof en één of meer vloeistoffen met verschillende soortelijk gewichten of twee vloeistoffen te splitsen dan wel combinaties daarvan.

### Centrifugaalkracht

Hieronder wordt verstaan de kracht, welke op een massadeeltje in de centrifuge werkt onder de inwerking der centrifugaalkracht. De grootte van deze kracht wordt uitgedrukt in de formule

$$K_c = m\, r\, w^2$$

De verhouding van de centrifugaalkracht en de zwaartekracht kan uitgedrukt worden in de vergelijking:

$$\frac{K_c}{K_g} = \frac{m\, r\, w^2}{mg} = \frac{n^2 r}{900} \text{ in het } K\,G\,M \text{ seconde stelsel.}$$

Gebruikelijk is $\frac{n^2 r}{900}$ aan te duiden door „g".

Als voorbeeld diene een centrifuge met een inwendige trommelmiddellijn van 900 mm en een toerental van 1500/min.; hierbij wordt:

$$g = \frac{1500^2 \,.\, 0{,}45}{900} = 1125.$$

Dit betekent, dat op ieder massadeeltje in de centrifuge een kracht werkt, die dit deeltje tracht naar de omtrek te brengen, die meer dan het duizendvoudige is van de zwaartekracht.

Tegengesteld aan deze kracht werkt de weerstand, welke de vloeistofdeeltjes ondervinden in de filterkoek door:

1e. wrijving afhankelijk van de viscositeit der vloeistof;
2e. vorm der korrels in de filterkoek;
3e. capillaire spanningen.

Deze krachten zijn onberekenbaar door de vele factoren, die hierop van invloed zijn. Het zal dus voor ieder geval nodig zijn experimenteel vast te stellen in hoeverre een suspensie centrifugeerbaar is.

### Separator

Een separator heeft ten doel uit een suspensie een vaste stof af te scheiden; van belang daarbij is de grootste bezinkingssnelheid welke bereikbaar is.

De formule van RITTINGER of NEWTON, die voor de vrije val in een vloeistof pas geldig wordt voor grotere delen, kan in de meeste gevallen in een separator als de meest benaderende worden aangenomen. De grenskorrelgrootte neemt door de grotere snelheid en daardoor grotere weerstand in de vloeistof sterk af; zij is bij de gebruikelijke waarden van $n$ en $r$ van de orde van enkele tienden van millimeters.

Daar de overige bekende formules (ALLEN en STOKES) voor kleinere deeltjes geldig zijn en een grotere toename van de bezinkingssnelheid in de separator aangeven, is voor de normale bedrijfsseparator de vergelijking geldig:

$$\frac{Vc}{Vg} = \frac{n}{30}\, Vr$$

Voor de gebruikelijke separator ligt deze verhouding gewoonlijk tussen 30 en 40.

Uit de factor $\frac{n^2 r}{900}$ volgt, dat de centrifugaalkracht toeneemt evenredig met het kwadraat van het toerental, doch slechts rechtlijnig met de trommeldiameter en dat kleine trommeldiameters en hoge toerentallen meer effectief *kunnen* zijn, dan grote diameters en naar verhouding laag toerental.

Daar echter bij kleine trommeldiameters, de capaciteit per

[1)] Voordracht gehouden op 18 December 1951 voor de Afdeling voor Chemische Techniek.

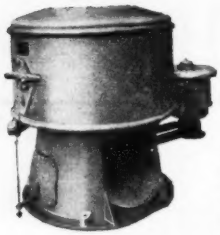


Fig. 1, 2 en 3.
centrifuges of separatoren met ondercritisch toerental.
Fig. 1.

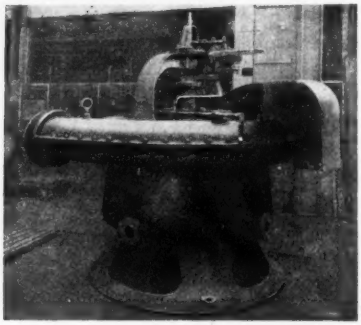


Fig. 2.

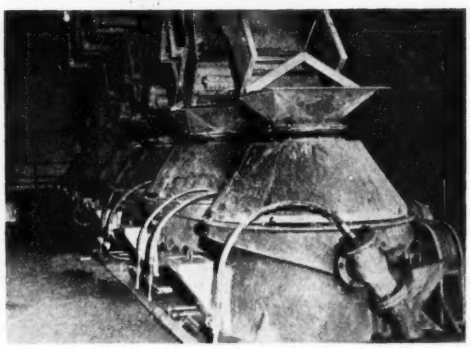


Fig. 3.

Fig. 4, 5, 6, 7 en 8.
centrifuges of separatoren met bovencritisch toerental.
**Fig. 4.** Centrifuge met flexibele onderlagering.

trommel erg klein wordt, tracht de constructeur machines met grote trommels te bouwen, dus grote trommelcapaciteit, met behoud van grote centrifugaaldruk of met andere woorden „hoge toerentallen".

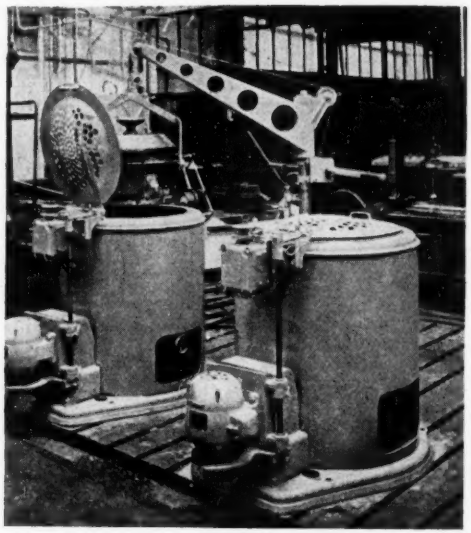


**Fig. 5.** Centrifuge met uitneembare binnentrommel.

De afmetingen worden echter begrensd door de optredende trekspanning in de trommelwand en de event. buigspanning op de as bij voorkomende ongelijke verdeling der lading.

**Onderscheid in typen**

Men zou de nader te behandelen machinetypes kunnen rangschikken naar de toepassing in de bedrijven, waar de machines geplaatst worden, bv. kolen, zetmeel, suiker, chemische producten, oliën en vetten enz., doch het is misschien logischer een rangschikking te volgen naar het principe.

*a. Typen met onder-critisch toerental*
met vaste lagering in verticale of horizontale asuitvoering.

*b. Typen met boven-critisch toerental*
met flexible lagering in verticale staande of hangende uitvoering.

Type *a* kan zijn als centrifuge of separator voor intermitterend hand-, semi- of vol-autom. bedrijf, of als continu machine, zowel in toepassing als centrifuge of separator.

Type *b* vindt hoofdzakelijk toepassing als centrifuge (uitvoering als separator is in enkele gevallen ook mogelijk) en wel als „tolcentrifuge", waar de as met lagering onder de trommel flexible in de buitenkuip is geplaats,

òf als „pendelcentrifuge", waar ongeveer in het zwaartepunt der binnen- en buitentrommel een flexible ophanging is aangebracht, — waarbij de complete binnen- en buitentrommel met aandrijving in het horizontale vlak, een uitwijking kan maken, begrensd door de constructie, — in gewoonlijk 3 ophangzuilen, welke naast de eigenlijke machine zijn aangebracht,

òf als z.g. hangende centrifuge met als kenmerk, dat de flexible ophanging *boven* de roterende binnentrommel is geplaatst.

**Voorbeelden van typen met onder-critisch toerental**

1. Verticale centrifuge of separator, voor lediging der vaste stof met de hand. (Zie fig. 1).

Deze lediging kan zijn naar boven, bij kleinere trommeldiameter, of door de zg. onderlossing bij grotere trommeldiameters.

2. Verticale centrifuge of separator voor semi-automatisch bedrijf, waarbij de lading op vol toerental wordt uitgesneden en buiten de machine wordt gebracht. (Fig. 2).

3. Continu centrifuge — of continu separatoren in het algemeen voor grote capaciteiten. (Fig. 3).

**Voorbeelden van typen met boven-critisch toerental**

1. Centrifuge met flexibele onderlagering met hoofdtoepassing voor textiel o.a. vezelmaterialen (Fig. 4).

2. Machine met uitneembare trommel voor ijzerdraaisel ontolieing, sisal e.d. vezel culture-producten (Fig. 5).

3. Centrifuge in de zg. pendeluitvoering met zijdelingse begrenzing van de uitwijking der roterende delen met buitenkuip. (Fig. 6.)

4. Centrifuge met flexibele ophanging *boven* de binnentrommel als éénling machine, hoofdzakelijk voor textielmaterialen. (Fig. 7).

5. Centrifuges in groepsverband voor grote hoeveelheden bv. voor suiker, zout e.d. producten. (Fig. 8).

**Keuze van centrifuge-principe**

Om een beoogd ontwateringsdoel te bereiken, kan men dikwijls keus maken uit twee principieel verschillende centrifuge-constructies.

*a.* een grote trommeldiameter met grotere laagdikte en intermitterend, vol automatisch of semi-automatisch bedrijf, of

*b.* een naar verhouding kleinere trommel met hogere toerentallen minimum laagdikte, doch *continue* doorgang van het product.

**Continu-centrifuge**

In deze laatste centrifuges laten zich alleen producten verwerken, waarvan de ontwateringstijd, dus de doorgangstijd door de centrifuge kleiner is dan 1 seconde.

Om enkele producten te noemen, die hieraan gewoonlijk voldoen, kunnen genoemd worden:

| | | |
|---|---|---|
| Fijnkolen, | enkele nitraten, | watervrij natrium-sulfaat, |
| ammonsulfaat, | keukenzout, | natrium sulfiet, |
| borax, | fijne soda, | textiel vezels, |
| chloorkalium, | naphtaline, | acetaat cellulose, |
| calciumformiaat, | kopersulfaat, | pancreas, |
| glauberzout, | ijzersulfaat, | tomaten e.d. |
| kalisulfaat, | polysterine. | |

*Niet* toepasselijk is dit machinetype in het algemeen voor *die* producten, waarbij door eigenschappen van het product zelf, de korrelgrootte, de viscositeit der moederloog enz. de ontwateringstijd, om een voldoend droog eindproduct te verkrijgen, de 1 seconde te boven gaat.

*Niet* toepasselijk in het algemeen bij separatoren, hoewel in enige gevallen door toepassing van speciale constructies gunstige resultaten bereikt kunnen worden, waarvan straks enkele voorbeelden.

De continu centrifuge wordt bij de meeste kolenwasserijen in binnen- en buitenland regelmatig toegepast voor de ontwatering van grote kwanta fijnkolen, meestal in de korrelgrootte van 8 of 6 mm tot 0,1 mm.

Het principe van deze centrifuge (zie fig. 9), bekend uit de Franse octrooi literatuur van 1895, is als volgt:

Vanaf een horizontale as, wordt via een stel spiraalkegelwielen een verticale tussenas aangedreven. Op deze tussenas bevinden zich twee cylindrische spiraal vertande wielen, waarvan het onderste een binnenas aandrijft, welke één stuk vormt met de schrapertrommel en het bovenste de holle as, die op haar beurt weer één stuk vormt via het lantaarnstuk met de ontwateringstrommel.

Het verschil in snelheid tussen beide trommels is betrekkelijk gering en noodzakelijk voor een continu transport der kolen naar beneden, hetzij naar een bunker, hetzij direct in de wagon.

In fig. 10 is duidelijk zichtbaar: de bronzen ontwateringstrommel met aan de binnenzijde de ontwateringszeef en de schrapertrommel met geleidmessen voor het kolentransport.

Het kolenmengsel komt binnen vanuit de vultrechter op het zg. schraperdeksel, waarvan de ruggen continu de kolenstroom duwen door de werking der centrifugaalkracht, naar de ontwateringszeef, via welke zeef de vloeistof ontwijkt in de opvangkegel enz.

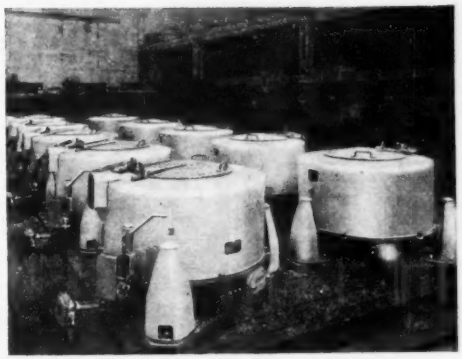


Fig. 6. Centrifuge in pendel-uitvoering.

Fig. 7. Centrifuge met flexibele ophanging.

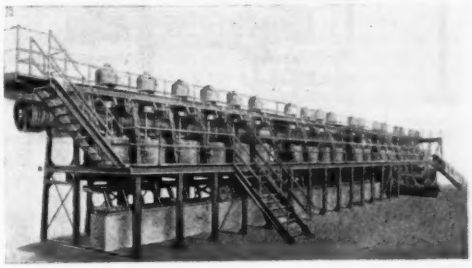


Fig. 8. Centrifuges in groepsverband.

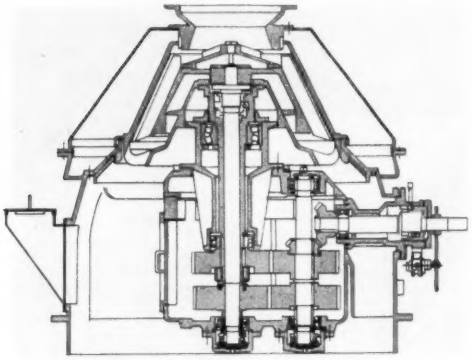


Fig. 9.

Fig. 9 en 10. Continu centrifuges o.a. in kolenwasserijen.

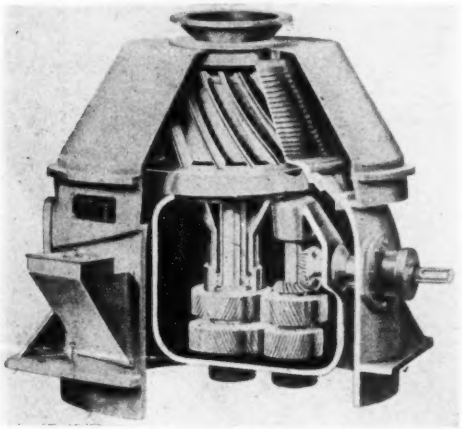


Fig. 10.

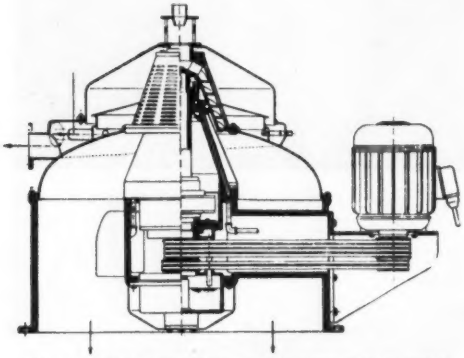


Fig. 11. Continu centrifuge voor de chemische industrie.

Ter illustratie diene, dat een dergelijke machine met een trommelmiddellijn van 900 mm, gewoonlijk 60—80 ton kolen per uur ontwatert (6 tot 8 wagons ieder van 10 ton elk) en wel van ca 25% tot 5 à 6% oppervlakte vocht. (Vochtgehalte afhankelijk van korrelgrootte, as, klei en zwavelgehalte).

Een speciale uitvoering van de continu centrifuge (fig. 11), ontwikkeld voor de chemische industrie, werkt volgens hetzelfde principe in hier en daar wat afwijkende constructie, wat betreft de differentiaaloverbrenging tussen beide assen en derzelver trommel.

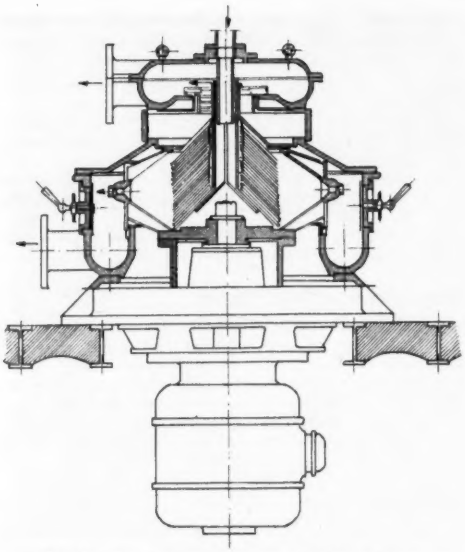


Fig. 12. Continu separator voor tropische cultures.

Gewoonlijk is de trommelmiddellijn kleiner dan die van de continu-centrifuge voor kolen en het toerental hoger, en zijn alle delen, die in aanraking komen met de vloeistof in roestvrij staal of ander corrosie bestendig materiaal uitgevoerd.

Als voorbeeld ter illustratie diene, dat bij cokes-oven-ammoniumsulfaat bij een binnenkomende temperatuur van 65 à 70 °C en in de korrelgrootte 0,1—1 mm, een continu capaciteit bereikt wordt van 2,5 ton eindproduct per uur, bij een trommelmiddellijn van 400 mm en een eindvochtgehalte van 0,3%.

Hoewel het mogelijk is in de machine het product te wassen, is dat meestal niet nodig, daar de zuurgraad, gezien het lage eindvochtgehalte dit wassen overbodig maakt.

**Continu separator**

Deze machine (fig. 12) is speciaal ontwikkeld om dienst te doen in de tropische cultures en dient voor de continue splitsing van een mengsel van palmolie, water, zand en dergelijke verontreinigingen, waarbij blijkens de ervaring de concentratie van de drie verschillende producten sterk variëren kan. Het principe der werking is als volgt:

Het mengsel komt binnen volgens de verticaal naar onder gerichte pijl aan de bovenzijde der tekening, en verder via de binnenbuis naar de trommelomtrek. De zware verontreinigingen plus water ontwijken via de düsen aan de buitenomtrek van de roterende trommel. De olie stijgt op via de tellerplaten en verlaat door de horizontale pijp, (links bovenaan op de tekening), de machine.

Op de conische bovenplaat van de roterende trommel bevinden zich twee electrische contacten, dicht bij elkander gevoed van de nog zichtbare twee sleepringen.

Het doel dezer contacten is, dat, wanneer het buitenste contact op de grotere diameter in de olie komt, dus de stroomketen daardoor verbreekt, een afsluiter automatisch de toevoer vergroot en de oliespiegel zich naar het hart der machine verplaatst. Komt het contact op de kleinere diameter in aanraking met water, dan sluit automatisch min of meer de toevoerkraan. De verticale waterspiegel blijft zich derhalve voortdurend tussen deze contactpunten bewegen. Een dergelijke machine heeft een uurcapaciteit van 25 ton gereinigde olie.

### Combinatie continu centrifuge-separator

Ook een combinatie van een continu werkende centrifuge en een continu werkende separator, samengebouwd op één as, is mogelijk.

Een suggestie in deze geeft fig. 13.

Kolenslik in een concentratie van 15% vaste stof wordt ingedikt en leemvrij gemaakt in een continu natte cycloon, bv. type DRIESSEN tot ca 50% vaste stof. Dit gereinigde product in de korrelgrootte 0—1 mm komt in de separator helft der machine. De schrapers baggeren continu de vaste stof uit het kegelvormige ringgedeelte en de surplus vloeistof ontwijkt door de overstroomopeningen. Deze gespareerde massa met ca 30% vocht, wordt tegen de helling op, dus over de kleinste inwendige trommeldiameter gevoerd naar het zich verwijdende centrifugegedeelte, waar een verdere ontwatering plaats vindt.

Zoals reeds eerder opgemerkt zijn er vele, zoal niet de meeste producten, welke *niet* verwerkt kunnen worden in een continu centrifuge, vanwege de noodzakelijk snelle ontwatering, eigen aan het continu-centrifuge principe.

Een dier producten is bv. maisstijfsel.

Er zijn fabrieken die 400 à 500 ton en meer poederstijfsel per 24 uur afleveren, waarbij het onmogelijk is, dergelijke kwanta te verwerken, bv. in verticale centrifuges met handlediging.

Dit proces *moet* vol automatisch geschieden, *zonder* manbediening en in horizontale centrifuges, daar deze uit de aard der constructie beter geschikt zijn om in grote afmetingen te worden gebouwd dan verticale.

### Horizontale twee lager centrifuges

Sinds 1898 was de zg. „Bromham" constructie bekend, warbij de horizontale as gelagerd was in twee lagers, ieder naast de trommel, zoals nog heden constructeurs dit noodgedwongen doen.

Daar bij deze uitvoering het zwaartepunt ligt tussen beide lagers (zie fig. 14 links) is het betrekkelijk eenvoudig te berekenen, dat het critisch toerental laag ligt, in de buurt van het bedrijfstoerental, waaruit volgt, dat de machine langzaam draaien moet, met gevolg kleine capaciteit en hoog vochtgehalte.

### Horizontale centrifuge met zwaartepunt lagering

De Reineveld constructie (fig. 14 rechts) geeft de plaats aan van het hoofdlager in het zwaartepunt der geheel roterende massa, d.w.z. op de as treden nagenoeg geen buigspanningen op en het trommeltoerental wordt alleen maar begrensd door de toelaatbare spanningen in het materiaal van de trommelwand zelf.

Daar de as der machine *niet* onderworpen is aan trillingen of doorbuiging, kan de rotor van de aandrijfmotor, direct op deze as worden bevestigd en de stator van die motor in het vaste centrifugehuis, waardoor de machine extra kort bouwt.

Om enig idee te geven van het verschil in critisch toerental bij beide lager plaatsingen, moge ik verwijzen naar een artikel in *Science et Technique*, no. 3 van 1943, waar voor beide gevallen, bij gelijke trommelmiddellijn 1600 mm resp. gevonden werden 900 en 21.000 toeren per minuut.

Daar in het geval Reineveld de trommelbreedte niets te maken heeft met de lagerafstand in tegenstelling met de oude constructie, volgt dat de trommel volgens de Reineveld constructie aanmerkelijk breder genomen kan worden met als gevolg een hogere capaciteit.

In de ondervolgende tabel zijn de aanzienlijke verschillen weergegeven, uitsluitend als gevolg van de lagering.

Ter illustratie op deze tabel diene nog het volgende:

In het tijdschrift *Die Stärke* van Mei 1950 komt een artikel voor, betreffende een centrifuge volgens constructie A (fig. 14) met een trommelmiddellijn van 2000 mm voor maisstijfsel en wordt een productie van 45 ton per 24 uur opgegeven bij een vochtgehalte van 40%, terwijl de machine volgens constructie B

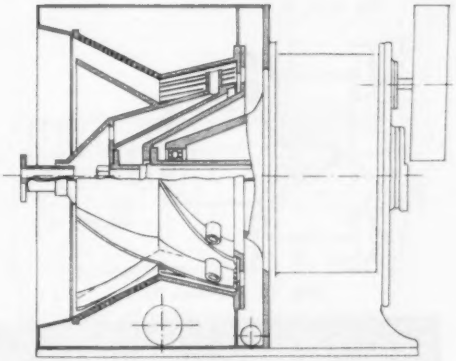
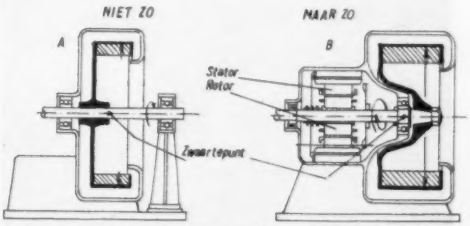


**Fig. 13.**
Continu centrifuge-separator.




Zwaartepunt mid-den tussen de lagers. **Fig. 14.** Lagering in het zwaartepunt.

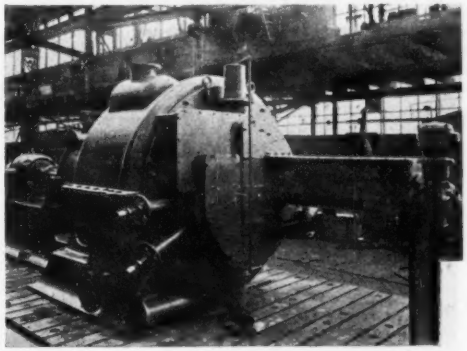


**Fig. 15.** Centrifuge met capaciteit van 180—200 t p.d. met 33% vocht.

| | „Reineveld" centrifuges en separatoren | | | | Centrifuges en separatoren van andere fabrikaten | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Trommeldiameter in mm | 1050 | 1275 | 1700 | 2050 | 1000 | 1200 | 1700 | 2000 |
| Trommeldiameter in inches | 42″ | 50″ | 67″ | 81″ | 40″ | 47″ | 67″ | 79″ |
| Nuttige trommelinhoud in liters | 200 | 385 | 825 | 1240 | 132 | 300 | 600 | 700 |
| Nuttige trommelinhoud in gallons | 44 | 85 | 180 | 270 | 29 | 66 | 132 | 154 |
| Trommeltoerental per min. | 1500 | 1000 | 850 | 750 | 1000 | 750 | 500 | 450 |
| $\frac{n^2 \times r}{900}$ in kgs | 1350 | 708 | 676 | 676 | 516 | 318 | 222 | 225 |

Fig. 16 en 17. Lagering in het zwaartepunt.

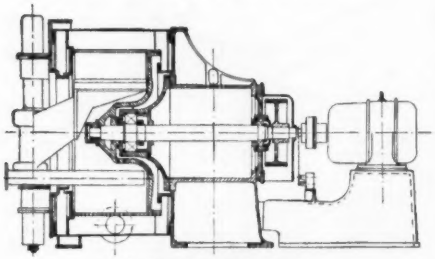


Fig. 16. Doorsnede fig. 15.

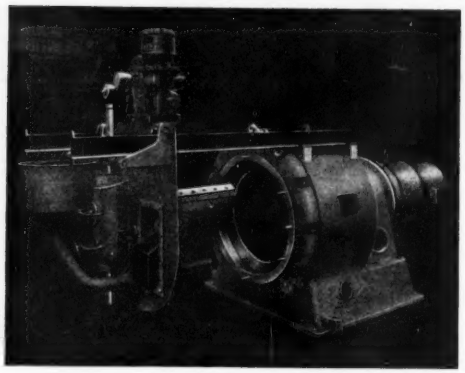


Fig. 17. Horizontale centrifuge met uitrijdbaar voordeksel.

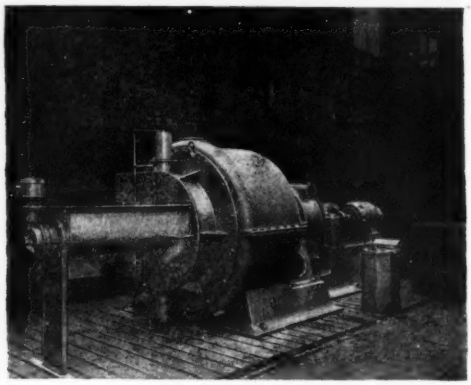


Fig. 18.
Gasdichte centrifuge.

waarvan er 2 sinds vele jaren in Nederland in bedrijf zijn, een capaciteit heeft van 180—200 ton per dag met een maximum vocht van 33% (fig. 15).

### Constructie horizontale centrifuge met zwaartepunt lagering

In fig. 16 is weergegeven de doorsnede van zo'n machine met zwaartepuntlagering. De gecentrifugeerde koek wordt automatisch periodiek uitgesneden via een in verticale richting hydraulisch bewogen mes, dat electrisch gecommandeerd wordt.

Fig. 17 laat een machine zien met kleinere trommel afmeting,

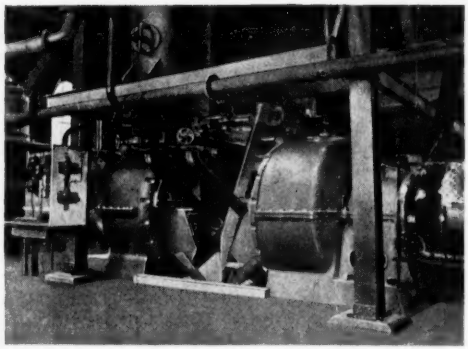


Fig. 19.
Aardappelmeelfabriek.

waarbij ter vergemakkelijking van het inbrengen van het filtermedium, het gehele voordeksel inclusief uitsnijdmechanisme, uitrijdbaar is.

### Gasdichte uitvoering

Voor sommige producten is het noodzakelijk, dat de gehele machine gasdicht wordt uitgevoerd, bv. bij het gebruik van licht ontbrandbare extractiemiddelen, of bij het inbrengen van speciaal gas van buitenaf en bij het ontstaan van voor de gezondheid schadelijke dampen, bv. bij cyaannatrium.

Het is mogelijk dat een dergelijke machine (fig. 18) zelfs afwisselend onder vacuum en overdruk werkt. Opdat geen oplosmiddelen of schadelijke dampen in het hoofdlager kunnen komen, is dikwijls een hydraulische afsluiting tussen roterend en stilstaand gedeelte noodzakelijk, waarbij de centrifugaalkracht zelf de afsluiting teweeg brengt in de neutrale vloeistof tussen beide gedeelten

In fig. 19 is te zien, het ontwateringsstation der grootste aardappelmeelfabriek ter wereld, waar per uur volkomen automatisch, 11 à 12 ton aardappelmeel, berekend op handelsvocht wordt afgeleverd.

Soortgelijke machines vinden ook toepassing bij het ontoliën van maisoliedroes (tot ca 25% olie), lijnolie, cocos, palm en grondnotenoliedroes, e.d. plantaardige oliën.

In speciale uitvoering nl. als uitwasseparator, kan plantaardige olie, geheel onder uitschakeling van filterpersen, vlokvrij afgeleverd worden.

### Centrifuge in hangende uitvoering

Deze machines, bij sommige bedrijven nog bekend onder de naam „Weston centrifuges" worden veel toegepast in verschillende industrieën. Het principe is, dat een lange as, aan welks ondereind de trommel hangt, aan de bovenzijde vrij pendelend is opgehangen.

Al naar gelang van de ongelijkmatige verdeling van de lading, stelt deze as zich in volgens een nieuwe zwaartelijn, gaande door het nieuwe evenwichtshart en is een rustige loop bereikt.

Deze machine (fig. 20) treft men dikwijls aan in grote linnenwasserijen, waar de wassen compleet in een daarvoor geschikte zak worden gewassen en gecentrifugeerd.

Dat een dergelijke lading slecht gebalanceerd kan zijn en wanwichten van 3 tot 5 kg optreden, is niet zeldzaam. Door de robuste bouw en de zo even genoemde vrijpendelende ophanging, is dit een ideale uitvoering voor vele dergelijke gevallen. Ook in de chemische industrie komt deze machine dikwijls voor.

### Hangende suiker centrifuge

Een groot afzetgebied vormt nog steeds de suikerindustrie, waarbij dit type machine bij tientallen in nagenoeg elke suikerfabriek gebruikt wordt, in min of meer geautomatiseerde uitvoering. Door de verschillende toepassingen in de suikerindustrie zijn uiteraard de uitvoeringen onderling sterk ver-

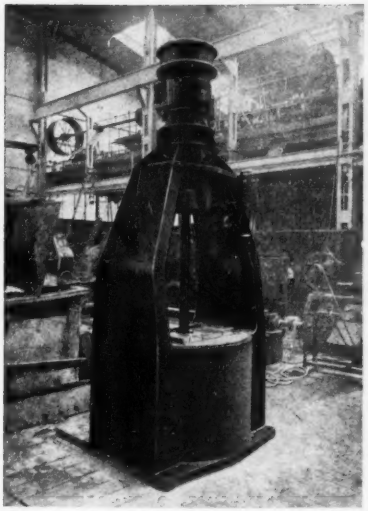


**Fig. 20.** Hangende centrifuge voor wasserijen.

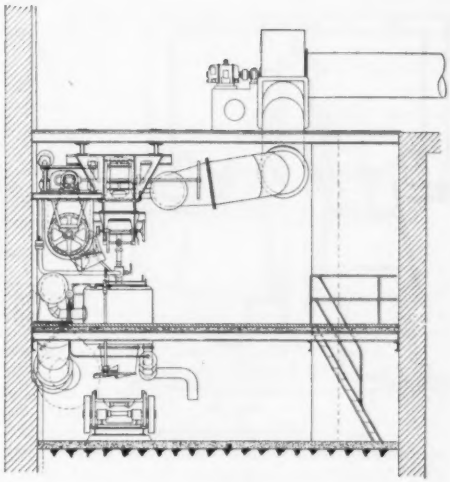
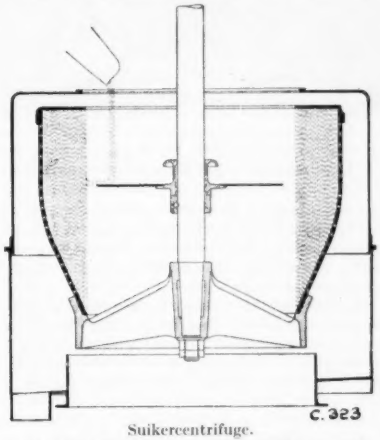


**Fig. 22.** Suikerfabriek met centrifuges van fig. 21.




Suikercentrifuge.

**Fig. 21.** Centrifuge met zelflossende trommel.

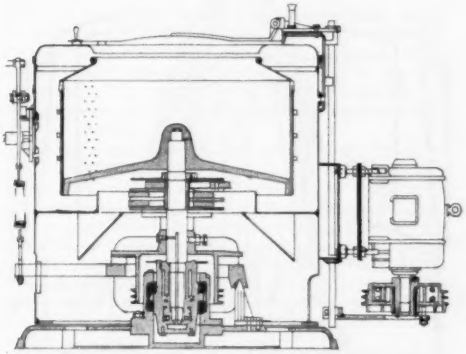


**Fig. 23.** Staande tolcentrifuge.

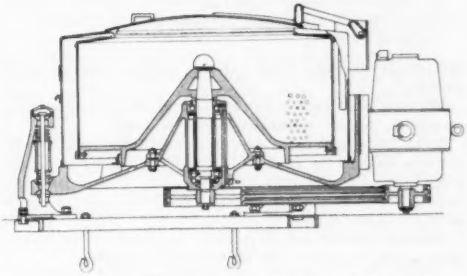


**Fig. 24.** Staande centrifuge, buiten kuip opgehangen aan 3 stangen.

schillend. Soms wordt de suiker op laag toerental mechanisch uitgesneden, in andere gevallen geschiedt het ledigen door z.g. zelflossende trommels (fig. 21).

In dit laatste geval stroomt de massecuite op een op de as bevestigde verdeelplaat en wordt het mengsel door de middelpuntvliedende kracht tegen de trommelwand gebracht. Deze massecuitelaag gaat nagenoeg zuiver verticaal staan en de stroop ontwijkt via de zeven en geperforeerde trommelwand in de buitenkuipafvoer. Is de suiker gereed, al dan niet gewassen, gestoomd en geblauwd, dan wordt de trommel snel en sterk geremd. De suiker blijft met verminderde snelheid draaien, zelfs bij afgeremde bijna stilstaande trommel, en glijdt bij stilstand van de trommel door de bodemuitlaat naar de transporteur.

Een dergelijk station voor witsuiker met 12 centrifuges 45″ levert per 24 uur gemiddeld 750 ton wit suiker af, bediend door 3 man per 8 uur. (Zie fig. 22).

Ook hierop is door verdergaande automatisering te besparen, doch daar de suikercampagne in de ruwsuikerfabrieken gewoonlijk 8 à 10 weken duurt, is onder de huidige loonsverhoudingen hier niet veel uit te halen.

## Staande centrifuges

Hierbij zijn weer te onderscheiden 2 verschillende uitvoeringen, nl. met vrij pendelende en starre aslagering.

De uitvoering volgens fig. 23 met de bijnaam „tolcentrifuge" heeft als principe een kogellagerpot met as en trommel geklemd tussen 2 buffers. Het geheel is in staande pendelende uitvoering en een evenwichtsregulateur zorgt er voor, dat de

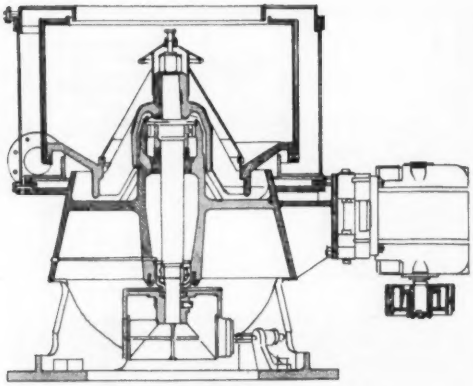


**Fig. 25.**
Vaste spilcentrifuge.

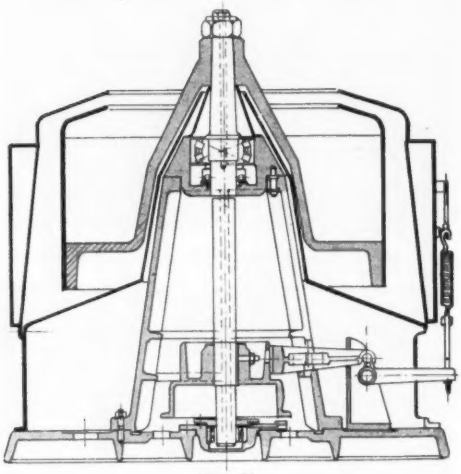


**Fig. 26.**
Impregneer centrifuge.

optredende ongelijke verdeling der lading gecompenseerd wordt.

Dit type vindt evenals het volgende algemeen toepassing in wasserijen, textiel en kunstzijde-industrie.

In afwijking met de zo even genoemde tolcentrifuge, is bij het type volgens fig. 24 de as met trommel, lading en buitenkuip tezamen opgehangen in 3 druk, resp. trekstangen en de zwaartekracht zorgt, dat in geen der 3 steunpunten een te grote opwaartse kracht zal ontstaan.

Tenslotte resteren nog de staande, vastgelagerde centrifuges en separatoren, vooral voor de chemische industrie.

### Vaste spilcentrifuges en separatoren

De machine volgens fig. 25 heeft een tweezijdige vaste stof uitlaat aan de buitenkuip en een centrale bodemuitlaat in de binnentrommel en vindt veelal toepassing in bedrijven, waar grote kristallen gefabriceerd worden, bv. soda, phosphaat, naphtaline enz.

### Impregneer-centrifuges

Een bijzondere uitvoering vormt de zg. impregneercentrifuge. (Fig. 26).

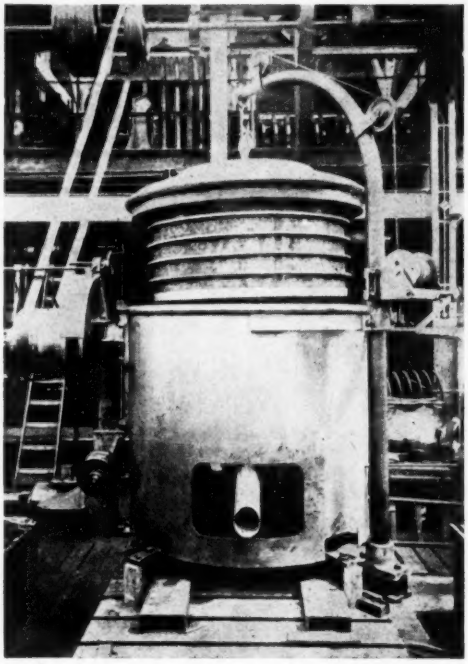


**Fig. 27.**
Centrifuge met uitneembare binnentrommel.

Hierbij is het mogelijk de afsluiter aan de buitenkuip te sluiten en de binnentrommel met lading langzaam te laten draaien in de impregneervloeistof, welke door de roterende trommel naar buiten geperst wordt en door de gaten in de tapse trommelnaaf weer in de lading stroomt.

Dit impregneren vindt plaats bv. bij kabels, visnetten, bij het verven van stoffen en garens enz. Heeft dit impregneerproces lang genoeg geduurd, dan wordt de afsluiter aan de buitenkuip geopend, de machine op vol toerental gebracht en de dikwijls zeer kostbare impregneervloeistof allerzuinigst teruggewonnen.

Zoals op de afbeelding zichtbaar is, zijn speciale maatregelen toegepast, opdat geen impregneervloeistof in de lagers kan komen.

### Vezel-resp. ontoliecentrifuge

Een veelvuldig gebruikte machine is die volgens fig. 27, waarbij de binnentrommel telkenmale na iedere charge wordt uitgenomen en een andere reeds gereedstaande trommel via het aangebouwde Davittoestel wordt ingeplaatst.

De toepassing is bv. het ontoliën van ijzerdraaisel en spanen, bij massa artikelen, als schroefjes, boutjes en moertjes, of zoals in de grote tropische cultures voor het vocht afslingeren van cocos, sisal, manilla e.d. vezels.

Vooral in deze laatste tak der industrie is het vullen van een trommel met de lange, ongelijkmatige vezels tijdrovend en werkt men vlugger met 2 trommels.

Het zou te ver voeren speciale constructies en uitvoeringen te beschrijven, bv. voor het nitreren van nitrocellulose en het uitsnijden van dit gestabiliseerde product op vol toerental, of voor het pasteuriseren zonder warmte met ultraviolet licht in een speciale zich voortdurend verwijdende kegelvormige trommel, ter verkrijging van een max. doorlichting bij afnemende melklaagdikte of bij sterilisatie van vruchtensappen.

# Het koolzuurprobleem bij de behandeling van ketelvoedingwater

*door dr C. JANSSEN*

621.187.12 : 663.632.49

**Summary:** *The problem carbonic acid precents in purifing feed water.*

The corrosion danger of carbonic acid in condensates and feed water and the means to raise the *p*H are discussed. It is often important to purify the raw water in such a way, that the concentration of soda is low. Several purifiers are considered in this respect. The addition of ammonia is an important expedient to take away the rest of the carbonic acid. The concentration of the ammonia, which can be tolerated is bound to special values, according to circumstances.

Bij de reiniging van suppletiewater voor ketelvoedingwater werd vroeger in hoofdzaak aandacht besteed aan de ontharding van het ruwe water. De reiniging diende alleen voor verwijdering van de hardheid om de vorming van steen en neerslag in ketels en verdampers te voorkomen. Toch is het bereiden van een suppletiewater, dat zo weinig mogelijk koolzuur of verbindingen hiervan bevat, van tenminste evenveel belang, als een totale ontharding van het water.

SPLITTGERBER is een der eersten geweest, die op het koolzuurgevaar heeft gewezen. Het gevaar van koolzuur bestaat in de verlaging van de $p_H$ van het water. De $p_H$ van condensaten wordt in hoofdzaak door het koolzuurgehalte bepaald. Een koolzuurgehalte van 0,1 mg per liter in zuiver water veroorzaakt reeds een $p_H$ van 6, waardoor dit water agressief is. In geringe concentraties is koolzuur zelfs agressiever dan een zoutzuuroplossing van dezelfde $p_H$. Dit in eerste instantie onverwacht feit — immers koolzuur is een zwak zuur, terwijl zoutzuur een sterk zuur is — wordt begrijpelijk, indien men bedenkt, dat zoutzuur in geringe concentraties geheel gedissocieerd is, terwijl dit met koolzuur niet het geval is. De bij de aantasting weggenomen waterstofionen moeten bij zoutzuur door diffusie worden bijgeleverd, terwijl ze bij koolzuur direct beschikbaar zijn uit het niet gedissocieerde gedeelte.

Hoe komt nu het koolzuur in het watercircuit van het bedrijf? In het ruwe water is koolzuur vrij aanwezig en gebonden als bicarbonaat en carbonaat. In verdampers en ketels ontleedt dit carbonaat en bicarbonaat in koolzuur en loog. Met de ontleding van bicarbonaat en ook met de ontleding van carbonaat, de z.g. sodasplitsing, in ketels wordt steeds rekening gehouden. Toch is ook de sodasplitsing in verdampers belangrijk. Bij een aantal verdampers werd de splitsing berekend uit de samenstelling van het verdampervoedingwater en van de verdamperloog. De verdampers werkten bij enkele tienden tot 1 atm overdruk. Geconstateerd werden splitsingen van 30 tot 40%.

De sodasplitsing is een chemisch evenwicht volgens de vergelijking

$$Na_2CO_3 + H_2O \rightleftarrows 2\,NaOH + CO_2.$$

Dit evenwicht is afhankelijk van de temperatuur en bezit bij iedere temperatuur een bepaalde evenwichtsconstante $K = \frac{(OH)^2\,(CO_2)}{(CO_3)}$

Bij de temperatuur in de verdamper is deze constante wel klein, maar bezit toch een bepaalde waarde. Er is dus een geringe sodasplitsing. Bij het afvoeren van de stoom wordt tevens koolzuur weggevoerd, waardoor het evenwicht naar rechts verschuift en zich meer soda splitst.

In verdampers wordt dan ook steeds vrije loog gevonden, ook al vindt geen voeding met loog plaats.

Door deze koolzuurvorming kan het gehele watercircuit zuur worden, indien geen speciale maatregelen worden getroffen. Het verdamperdestillaat immers zal zuur zijn, waardoor bij neerslaan van de wasemstoom in voorwarmers deze gevaar lopen aangetast te worden. Bij toepassen van meertrappige verdampers in serie, waarbij de wasemstoom uit de eerste trap in de volgende neerslaat, zal ook deze van zuur water te lijden hebben. Het koolzuur wordt in ontgassers onvoldoende verwijderd, waardoor ook het voedingwater en de condensaten een te lage $p_H$ zullen bezitten.

Ook het gebruik van koude open voedingwaterreservoirs kan een bron van koolzuur zijn. De oplosbaarheid van koolzuur in water bedraagt 0,6 — 1,2 mg per liter, afhankelijk van het koolzuurgehalte van de atmosfeer van 0,03 — 0,06%.

Welke middelen staan het bedrijf nu ten dienste om de condensaten en het ketelvoedingwater op de gewenste $p_H$ van 8,5 te brengen?

Allereerst zijn er verschillende correctiemiddelen.

Het toevoegen van organische aminen, die met de stoom mede overgaan en of de $p_H$ van het water verhogen, of door de vorming van een film de corrosie in de condensaatleidingen tegengaan, heeft in Nederland door de vrij hoge kosten aan dit proces verbonden, weinig toepassing gevonden.

Soms wordt een gedeelte van het alkalische ketelwater in het voedingwater retour gespuid. Hierbij wordt echter alleen het voedingwater gealkaliseerd en niet de condensaten. Bovendien levert deze werkwijze soms moeilijkheden op indien ze wordt uitgevoerd bij meerdere ketels met verschillende belasting. De ketel met de hoogste belasting kan dan een te hoge alkaliteit verkrijgen.

Ammoniak daarentegen wordt in grote omvang toegepast. Meestal is het in kleine concentratie in het ruwe water aanwezig en komt met het suppletiewater in het watercircuit.

De hoeveelheid ammoniak, die in het water kan worden toegelaten, hangt geheel van de aard van het bedrijf af. Ammonium kan aantastend werken op koperen- en messingdelen van de installatie, waarmede het condensaat in aanraking komt. De ervaring heeft geleerd, dat bij ammoniumconcentraties beneden 10 mg per liter geen aantasting van koperen delen optreedt, indien het zuurstofgehalte van het water zeer laag wordt gehouden.

Bedrijven zonder koperen condensors kunnen dus vrij veel ammoniak toelaten ter neutralisatie van het in principe zure condensaat. Bedrijven met koperen condensors moeten zich met betrekking tot het ammoniakgehalte sterk beperken en soms zeer sterk. Er moet acht op worden gegeven, dat de ammoniak zich niet in bepaalde delen van het watercircuit ophoopt. Zo heeft SPLITTGERBER [1]) er op gewezen, dat de condensors van B.B.C. en Escher-Wijss door hun constructie gevoelig zijn voor aantasting door ammonium.

Wij hebben vaak in het condensaat van de stroomstraalapparaten van turbinecondensors aanmerkelijk grotere concentraties ammonium gevonden dan in het turbinecondensaat, zelfs het 60- tot 100-voudige. Moeten ook de condensors van de stoomstraalapparaten tegen aantasting door ammonium worden beschermd, dan mag het turbinecondensaat slechts enkele tiende mg ammonium bevatten.

Het toevoegen van ammoniak teneinde een $p_H$ in de condensaten en het voedingwater van 8,5 te verkrijgen, zal dan alleen bruikbaar zijn, indien het koolzuurgehalte van het water laag is.

In fig. 1 is de afhankelijkheid van de $p_H$ van het koolzuurgehalte weergegeven voor zuiver water en voor water met resp. 0,02 en 0,1 m.eq. ammonium (0,36 resp. 1,8 gm per liter).

---

[1]) A. SPLITTGERBER. Korrosionen von Messing-Kondensatorrohren durch Ammoniak in Gegenwart von Sauerstoff oder Kohlensäure. Vom Wasser *16*, 177—182 (1948/44).

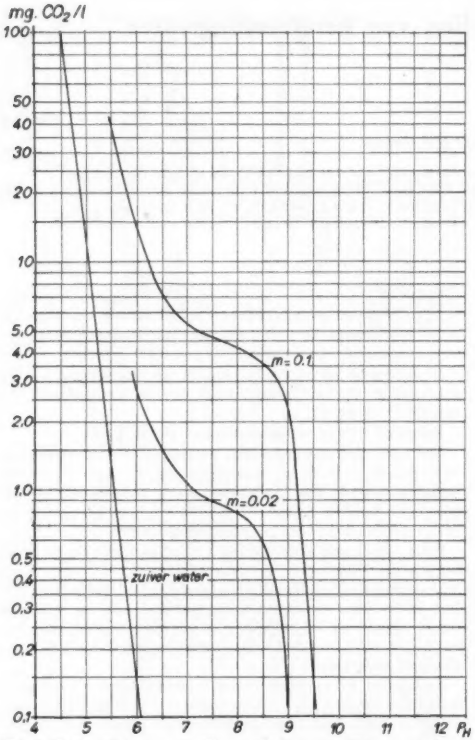



**Fig. 1.** Verband tussen koolzuurgehalte en $p$H voor zuiver water en water met 0.02 en 0.1 m.eq. ammonium.

In fig. 2 is het verband van het koolzuurgehalte met het ammoniakgehalte voor de $p_H$ 8,5 weergegeven [2]).

In het algemeen zal het dus noodzakelijk zijn het koolzuurgehalte in het watercircuit zo laag mogelijk te houden. De uiterste zorg moet hieraan worden besteed, indien in de condensaten niet meer dan 0,5 mg per liter ammonium aanwezig mag zijn. Het $CO_2$-gehalte mag dan immers niet meer dan 1 mg per liter bedragen. Het beste kan dit bereikt worden, indien bij de chemische reiniging van het ruwe water het vrije en gebonden koolzuur zoveel mogelijk wordt verwijderd.

Bij verschillende reinigingsmethoden zal nu worden nagegaan, welke practische resultaten met de verwijdering van het koolzuur kunnen worden bereikt. Buiten beschouwing zal blijven de behandeling met trinatriumfosfaat (methode Budenheim) en de kationenuitwisselaars, werkend in de natriumcyclus, daar hierbij in het geheel geen verwijdering van vrij of gebonden koolzuur plaats vindt.

De verwijdering van het koolzuur en zijn verbindingen wordt uitgevoerd door behandeling met kalk of zuur, terwijl hier in de laatste tijd nog de behandeling door een gemengde ionenuitwisselaar is bijgekomen.

Achtereenvolgens zal daarom worden beschouwd.

*A.* Ontcarbonisatie met kalk.
1. de warme kalksodafosfaatontharder.
2. de warme kalkontharder, gevolgd door een *Na*-uitwisselaar.

[2]) De bijdrage, die eventueel met de stoom mee overgegane alkalische zouten uit de ketel of verdamper aan de alkalisering leveren, is slechts gering. Zelfs bij een $m$-waarde van het ketelwater of verdamperloog van 10 en een vochtigheid van de verzadigde stoom van 0,1% zou de $m$-waarde van het condensaat nog slechts 0,01 bedragen (= 0,01 m.eq.)

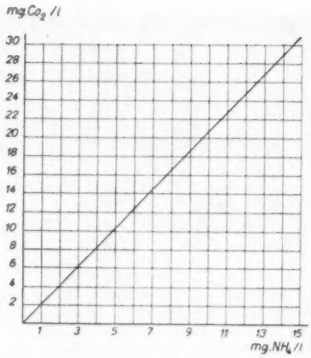



**Fig. 2.** Verband tussen koolzuur en ammonium bij $p+1$ 8.5.

3. een koude kalkontharder zonder versnellers, gevolgd door een *Na*-uitwisselaar.
4. een kalkbehandeling in een Spiractor, gevolgd door een *Na*-uitwisselaar.

*B.* Ontcarbonisatie met zuur.
1. een waterstofuitwisselaar, gevolgd door uitdrijven van $CO_2$ en alkaliseren.
2. een gecombineerde waterstof- en natriumuitwisselaar, gevolgd door uitdrijven van $CO_2$ en alkaliseren.

*C.* Gemengde uitwisseling met een kationuitwisselaar en een sterk basische anionuitwisselaar.

## A. Ontcarbonisatie met kalk

Bij de behandeling met kalk slaat het koolzuur, de carbonaten en de bicarbonaten als calciumcarbonaat neer. Dit calciumcarbonaat is echter niet geheel onoplosbaar. Het opgeloste calciumcarbonaat wordt ter verwijdering van de resthardheid met trinatriumfosfaat of in een ionenuitwisselaar in soda omgezet. Het is dus de oplosbaarheid van het calciumcarbonaat, die de hoeveelheid soda in het voedingwater bepaald. Volgens opgaven in de literatuur [3]) bezit calciumcarbonaat bij 25 °C een oplosbaarheid van 14,3 mg per liter en bij 75 °C van 18,3 mg per liter, overeenkomende met een $p$- en $m$-waarde van 0,14 en 0,28 resp. 0,18 en 0,36. Calciumcarbonaat is echter een zout, dat gemakkelijk in oververzadigde oplossing blijft. Deze gunstige waarden worden in de practijk dan ook nooit bereikt. Het resultaat is afhankelijk van de samenstelling van het ruwe water, vooral van de aanwezigheid van organische stoffen. De aanwezigheid van een blijvende calciumhardheid dringt de oplosbaarheid van het calciumcarbonaat terug. Zo bezit volgens LEICK water zonder blijvende hardheid een resthardheid van 2°, overeenkomende met een $p$- en $m$-waarde van 0,36 en 0,72, en water met een blijvende hardheid van 10° een resthardheid van 0,8°, overeenkomende met een $p$- en $m$-waarde van 0,13 en 0,26.

*A.* 1. *De warme kalksodafosfaatontharder.*

Bij de warme kalksodafosfaatontharder voegt men een geringe overmaat aan kalk en soda toe. Deze overmaat is afhankelijk van de aard van het ruwe water en van het feit, of snelle wisselingen in de samenstelling van het water optreden.

Bij een moderne kalksodafosfaatreiniger en een goede contrôle is een verschil tussen de $p$- en $m$-waarde van het gereinigde water van 0,4 overeenkomende met een soda-gehalte van 43 mg per liter bereikbaar. Bij oude reinigers bedraagt ze bijna twee maal zoveel.

*A.* 2. *Warme kalkbehandeling gevolgd door een Na-uitwisselaar.*

Bij deze wijze van behandelen wordt een ondermaat aan kalk toegevoegd teneinde te voorkomen, dat het water voor de ionenuitwisselaar te alkalisch wordt. In het water blijft

[3]) J. LEICK. Entkarbonisierung des Wassers mit Atzkalk. *Gas u. Wasserfach 90*, 372—6 (1949).

dan nog bicarbonaat aanwezig, dat zich in de verdamper of ketel splitst. In de regel is deze reiniger iets ongunstiger dan de warme kalk-soda-fosfaatreiniger.

Het gehalte aan gebonden koolzuur, uitgedrukt als soda, bedraagt in de regel circa 65 mg per liter.

*A. 3. Koude kalkbehandeling zonder versnellers.*

Bij deze wijze van behandelen wordt een grotere overmaat kalk toegevoegd dan bij de warme kalksodafosfaatontharder, welke overmaat na filtreren met zuur weer wordt weggenomen. De resultaten hangen sterk af van de samenstelling van het ruwe water. Deze behandeling kan echter, wat betreft het sodagehalte van het gereinigde water wel gunstig zijn. De oplosbaarheid van het calciumcarbonaat wordt immers teruggedrongen door de overmaat kalk.

Een verschil tussen de *p*- en *m*-waarde van 0,5 overeenkomend met een sodagehalte van 53 mg per liter is in de practijk zeer goed bereikbaar.

*A. 4. Kalkbehandeling in een Spiractor, gevolgd door een natriumuitwisselaar.*

Bij de kalkbehandeling in de koude in een z.g. Spiractor, wordt het gevormde calciumcarbonaat op de in de Spiractor aanwezige versnellers neergeslagen. Bij een gunstige samenstelling van het ruwe water — geen organische verontreinigingen, een laag ijzergehalte en geen magnesiumbicarbonaat — treedt slechts een geringe oververzadiging van het calcium carbonaat op. Een verschil tussen de *p*- en *m*- waarde van het gereinigde water van 0,2 overeenkomende met een sodagehalte van 21 mg per liter is dan bereikbaar. In de regel liggen deze waarden echter hoger.

## B. Ontcarbonisatie met zuur

Bij deze methode wordt het water op een $p_H$ van circa 4 gebracht, waarbij alle koolzuur als vrij koolzuur aanwezig is. Door het doorblazen van lucht wordt dit koolzuur verwijderd. Het is noodzakelijk hierbij tot een $p_H$ 4 te gaan. Bij hogere $p_H$'s zijn nog carbonaten en bicarbonaten aanwezig. Bij het doorblazen van lucht door water met een hogere $p_H$ wordt wel het vrije koolzuur verwijderd, waardoor de $p_H$ stijgt; het gebonden koolzuur wordt echter niet verwijderd, waardoor het condensaat koolzuur zal bevatten.

Direct aanzuren van het water door vrij zuur wordt in de practijk weinig toegepast. Veeleer maakt men gebruik van kationuitwisselaars. Twee systemen zijn hierbij gebruikelijk.

1e. waterstofuitwisselaar, gevolgd door uitdrijven van het koolzuur en alkaliseren door toevoegen van loog.

2e. waterstofuitwisselaar / natriumuitwisselaar } gevolgd door uitdrijven van het koolzuur en alkaliseren door toevoegen van loog.

Het sodagehalte van het voedingwater wordt dus allereerst bepaald door de hoeveelheid koolzuur, die na beluchting in het water achter blijft. De oplosbaarheid van koolzuur bij kamertemperatuur bedraagt 0,6 — 1,2 mg per liter. In de praktijk wordt een waarde van 4 mg per liter bereikt.

Maar bovendien is de loog, die aan het water wordt toegevoegd, steeds met soda verontreinigd. Het is daarom gewenst de loogtoevoeging zo laag mogelijk te houden. Indien de $p_H$ van 4 op 9 [4]) gebracht moet worden, behoeven slechts 0,2 m.eq (8 mg *NaOH*) per liter te worden toegevoegd. Bevat het water echter veel chloride en sulfaat, dan vormt zich bij het eerste systeem de betreffende zuren. Zijn hiervan bijv. 3 m.eq. aanwezig, dan zou 3,2 m.eq. loog (128 mg *NaOH*) moeten worden toegevoegd. Dit zou een belangrijke toename van het sodagehalte van het water met zich mede brengen. In deze gevallen kieze men daarom beter systeem 2 voor de behandeling van het water.

## C. Gemengde uitwisseling met een kation-uitwisselaar en een sterk basische anion-uitwisselaar

In het algemeen zal echter met een verhoging van het sodagehalte door de loogtoevoeging van 2 mg worden gerekend en

[4]) De bovenste *p*H hangt af van de alkaliteit, die in de verdampers of ketels nodig is.

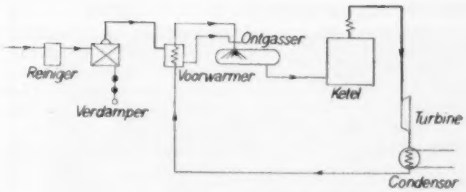



**Fig. 3.** Schema watercircuit

met een totaal sodagehalte van 12 mg per liter. Het is in de practijk echter niet gemakkelijk deze waarde te bereiken.

In de laatste tijd [5]) wordt een methode vermeld, waarbij de bicarbonaten gebonden worden door een sterk basische anionuitwisselaar,

$$Ca\,(HCO_3)_2 + 2\,R.Cl \rightarrow 2\,R.HCO_3 + Ca\,Cl_2.$$

De behandeling wordt uitgevoerd in een filter, waarin zich behalve de sterk basische anionuitwisselaar nog een kationuitwisselaar bevindt. De calciumionen worden door de kationuitwisselaar gebonden

$$CaCl_2 + Na_2Z \rightarrow CaZ + 2\,NaCl$$

Het calciumbicarbonaat wordt dus in natriumchloride omgezet.

In Nederland is deze methode nog niet in gebruik.

De alkaliteit van het gereinigde water zou 5—15 mg $CaCO_3$ per liter bedragen, overeenkomende met circa 5—16 mg soda per liter.

Uit deze beschouwing blijkt, dat bij alle reinigingssystemen met een sodagehalte in het gereinigde water varierend van 5 tot 65 mg per liter moet worden rekening gehouden.

De condensaten uit verdampers en ketels zullen dus steeds vrij koolzuur bevatten en daardoor een te lage $p_H$ bezitten.

We kunnen thans nagaan of het mogelijk is, door het toelaten van een weinig ammoniak de condensaten op een $p_H$ van 8,5 te brengen. Uiteraard hangt dit voor een belangrijk gedeelte af van de aard van het watercircuit. Ieder watercircuit moet op zichzelf worden beschouwd. Als voorbeeld zullen wij het nagaan aan het volgend waterschema (fig. 3).

Bevat het gereinigde suppletiewater 10 mg soda per liter en nemen we een sodasplitsing aan in de verdamper van 40%, terwijl uit de verdamper 10% moet worden afgespuid, dan zou het koolzuurgehalte van het verdamperdestillaat 1,7 mg per liter bedragen. Dit is een zeer gunstig geval. In de practijk heeft men meestal meer koolzuur 5 à 6 mg/1 in het verdamperdestillaat. Om dit destillaat op een $p_H$ van 8,5 te brengen, zou circa 0,9 mg $NH_4$ per liter nodig zijn.

Het gevormde ammoniumcarbonaat is bij de temperatuur in de ontgasser enigszins vluchtig. In het watercircuit ontgasser-ketel-turbine-turbinecondensor vindt geen opeenhoping van ammonium plaats, maar zowel ammonia als koolzuur worden in de ontgasser in bepaalde mate verwijderd.

In welke mate dit geschiedt, is in onderstaande tabel aan een aantal practijkgevallen weergegeven.

TABEL 1

*Verband tussen $NH_4$ gehalte in suppletiewater en turbinecondensaat.*

| Samenstelling suppletiewater | | Samenstelling turbinecondensaat | |
|---|---|---|---|
| $p_H$ | $NH_4$ in mg/1 | $p_H$ | $NH_4$ in mg/1 |
| 5,7 | 0,3 | 8,6 | 0,4 |
| 8,8 | 2,5 | 9,4 | 1,1 |
| 5,7 | 0,3 | 8,6 | 0,3 |
| 8,7 | 0,2 | 9,2 | 0,26 |

Bij een ammoniumgehalte van het suppletiewater van 0,9 mg per liter zal het ammoniumgehalte van het turbinecondensaat dus van dezelfde grootte zijn. Dit kan onder omstandig-

[5]) F. M. Kemmer, Meeting chemical shortages in water treatment. Combustion *23* (2) 50 (1951).

heden te hoog zijn. Bijv. indien het condensaat van de stoomstraalapparaten rijk in ammoniak wordt. In dat geval zal gekozen moeten worden tussen bescherming van de apparatuur, die met het verdamperdestillaat in contact komt, of bescherming van de condensors van de stoomstraalapparaten. Door een goede keuze van het materiaal of door wijziging van het waterschema, is hierin verbetering te brengen.

Uiteraard moet ieder geval op zichzelf worden beoordeeld. Het suppletiepercentage en de kwaliteit van de ontgassing spelen een belangrijke rol. Het toevoegen van ammoniak is echter een belangrijk hulpmiddel om de laatste resten koolzuur te verwijderen. Het moet echter met voorzichtigheid worden aangewend. Voor het verkrijgen van een niet aggressief condensaat is het echter van primair belang het vrije en gebonden koolzuur bij de reiniging van het suppletiewater zo goed mogelijk te verwijderen.

*Mededeling van het Chemisch Laboratorium van de N.V. Kema, Arnhem.*

---

## BOEKENNIEUWS

66(03)

**Ullmanns Encyklopädie der technischen Chemie.** Dritte, völlig neu gestaltete Auflage, uitgegeven door Dr Wilhelm Foerst. *Band I*, chemischer Apparatebau und Verfahrenstechnik, mitherausgeber Prof. Dr E. Wicke und Dipl. Ing. E. Römer; München-Berlin, Urban & Schwarzenberg, 1951; XII + 1011 pag., 18,5 × 26,5 cm. 1423 afb. Prijs ca *f* 104.—

Met vreugde zullen velen de eerste band van de nieuwe Ullmann begroeten. De laatste druk van dit bekende handboek verscheen in de jaren 1928—1932 en is dus ongeveer 20 jaar oud. Ofschoon deze druk nog steeds zeer waardevol genoemd kan worden, is het onvermijdelijk dat hij geleidelijk begon te verouderen.

Thans ligt de eerste band van de nieuwe druk voor ons: een boek van kloek formaat, met een omvang van meer dan 1000 blz., gebonden in een prachtige band, gedrukt op uitstekend papier en voorzien van meer dan 1400 uitzonderlijk duidelijke afbeeldingen. Dit zijn de eerste onverdeeld gunstige indrukken. Het gevaar is altijd groot, dat een boek met zulke uiterlijke kwaliteiten wat inhoud betreft teleur stelt. In het onderhavige geval is dit echter niet zo. Vooropgesteld, dat er altijd wensen blijven, kan worden gezegd, dat de inhoud ruimschoots aan hoog gestelde verwachtingen beantwoordt.

Het is bekend, dat Ullmanns Encyklopädie een handboek is met alfabetisch gerangschikte trefwoorden. Bij deze nieuwe druk geldt dit echter slechts voor de 3de en volgende banden. De eerste twee banden zijn systematisch.

Deel I behandelt apparatenbouw en werkwijzen en het is zeer terecht, dat voor deze gebieden een systematische indeling is gekozen. Een andere wijze van behandeling moet zelfs niet goed mogelijk worden geacht. De indeling is logisch: allereerst worden stromings-, druk- en vacuumtechniek besproken; daarna volgen verwarmen en koelen; vervolgens komen scheidingsprocessen aan de orde, gevolgd door samenvoegingsprocessen; besprekingen van apparaten voor het uitvoeren van reacties en van constructiematerialen besluiten dit deel. Vanzelfsprekend hebben vele deskundigen aan de totstandkoming van het boek medegewerkt. Op beperkte schaal is naar literatuur verwezen.

Behalve een inhoudsopgave vóór in het boek, zijn vóór elk hoofdstuk uitvoerigere inhoudsopgaven (op dik geel papier) aangebracht. Achterin zijn twee registers opgenomen, één algemeen en één afzonderlijk voor constructiematerialen. Een en ander maakt, dat men zich spoedig in het boek thuis voelt, uiteraard een eerste vereiste voor een handboek.

Een ieder zal ongetwijfeld op zijn gebied onvolkomenheden en onvolledigheden opmerken. Wat deze laatste betreft blijft het vanzelfsprekend bij een boek van beperkte omvang altijd een kwestie van smaak, welke onderwerpen wel en niet moeten worden behandeld. Desondanks kan recensent zich moeilijk indenken, dat er iemand zal zijn, die voor dit nieuwe standaardwerk niet enthousiast zal zijn. Het valt alleen te betreuren, dat slechts weinigen zich de luxe zullen kunnen veroorloven dit handboek privé aan te schaffen. Voor kleine en grote bibliotheken is het echter onmisbaar.

De verschijning van dit boek is een felicitatie aan samenstellers en uitgever waard. De volgende banden zullen met spanning tegemoet worden gezien.

Prof. dr H. A. Leniger

620.197.6 : 621.734.62

**W. Machu. Die Phosphatierung — Wissenschaftliche Grundlagen und Technik.** 1950. 293 blz. Verlag Chemie. Prijs *f* 27,30.

In dit boek wordt een uitvoerige beschrijving gegeven van de ontwikkeling, de techniek en de toepassingsmogelijkheden van het fosfateren. Naast de belangrijke bescherming tegen corrosie onder deklagen in verband met het tegengaan van onderroesten is de fosfaatlaag van belang, doordat de wrijvingsweerstand verminderd wordt en daardoor een gunstige invloed wordt uitgeoefend bij de verwerking der metalen b.v. door trekken en bij het inlopen van machinedelen. Schrijver geeft na een inleiding, waarin de geschiedkundige ontwikkeling wordt besproken, een uitvoerig overzicht van de eigenschappen van het fosforzuur en van verschillende fosfaten. Vervolgens worden de eigenschappen van de fosfaatlagen en de verschillende factoren die invloed uitoefenen, besproken, benevens de fosfateermiddelen en versnellers. Ruime aandacht wordt besteed aan de techniek van het fosfateren en de behandeling der werkstukken, de inrichtingen voor het fosfateren en de nabehandeling. Tenslotte worden de fouten, die bij het aanbrengen van fosfaatlagen kunnen optreden, en de wijze van controleren besproken. Veel aandacht is besteed aan de invloed van de versnellers, die de fosfateertijd aanzienlijk bekorten. De dunne laag, die de enkele fosforzuurbehandeling geeft, wordt als onvoldoende bestendig beschouwd, doch moet in vele gevallen, waarbij regelmatig lakken wordt toegepast, uit een oogpunt van verbeterde hechting en tegengaan van onderroesten, als voldoende worden beschouwd. Welsiwaar kunnen de dikkere lagen een betere bescherming geven, doch bij de keuze dient steeds overwogen te worden of een duurdere methode in verband met het gebruiksdoel gemotiveerd is.

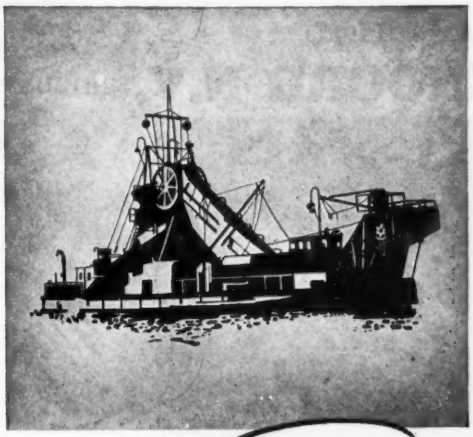
Het boek kan opgevat worden als een verzameling van literatuur- en patentgegevens. Zeer nauwkeurig vermeldt schrijver de beproevingsresultaten door verschillende onderzoekers bereikt. Deze methode geeft weliswaar een inzicht van wat er op dit gebied gepresteerd is, doch maakt het overzicht, vooral waar het een veelheid van gegevens betreft, niet duidelijk.

Door de vele gegevens is dit boek voor hen die met de bescherming van metalen door het fosfateren te maken hebben van veel belang en kan zeker worden aanbevolen.

Dr ir H. G. Geerlings.

---

Inhoud CHEMISCHE TECHNIEK 2: Centrifuges en Separatoren. I. Centrifuges en Separatoren, hoofdzakelijk voor het winnen van een vaste stof uit een suspensie, door P. van Riel. Het koolzuurprobleem bij de behandeling van ketelvoedingwater, door dr C. Janssen. — Boekennieuws: Ullmanns Encyklopädie der technischen Chemie, door prof. dr H. A. Leniger. W. Machu, Die Phosphatierung — Wissenschaftliche Grundlagen und Technik, door dr ir H. G. Geerlings.



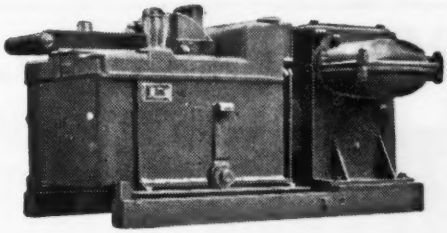
Bauduin

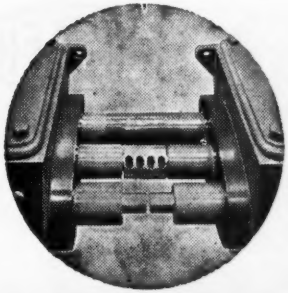
Baggermolen „'s-Gravenhage".

**L. SMIT & ZOON**

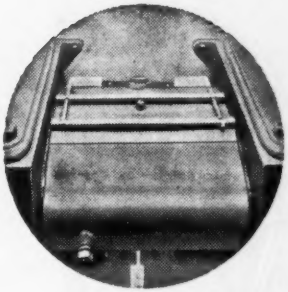
KINDERDIJK

**Uitbreiding uitermate eenvoudig**





Een batterij van schakelpanelen type HF kan op eenvoudige wijze worden uitgebreid omdat de uiteinden van het railsysteem daartoe reeds zijn ingericht.
Na het verwijderen van de eindkap (1) wordt de verbinding met een nieuw paneel tot stand gebracht door de rail-uiteinden met klembussen te koppelen, deze te isoleren (2) en rondom de koppeling een plaatijzeren tussenkast (3) aan te brengen welke met massa wordt volgegoten.



**HAZEMEYER**

BESCHERMD SCHAKELMATERIAAL VOOR HOOGSPANNING

DOK- EN WERF-MAATSCHAPPIJ

ROTTERDAM **WILTON-FIJENOORD N.V.** SCHIEDAM

K.L.M. Foto Copyright

**SCHEEPSBOUW** WF **MACHINEBOUW**

**REPARATIE**

*

**SCHEEPSDIESELMOTOREN**

# BODDAERT & Co.

**IJZERGIETERIJ**

MIDDELBURG

TEL. K 1180—2895.
POSTBUS 60

elk aantal

**Vormmachine-gietwerk**

elk gewicht

MODELMAKERIJ

van 20 kg.

**Handvorm-Gietstukken**

tot 20 ton.

# RINGWIKKELMACHINES

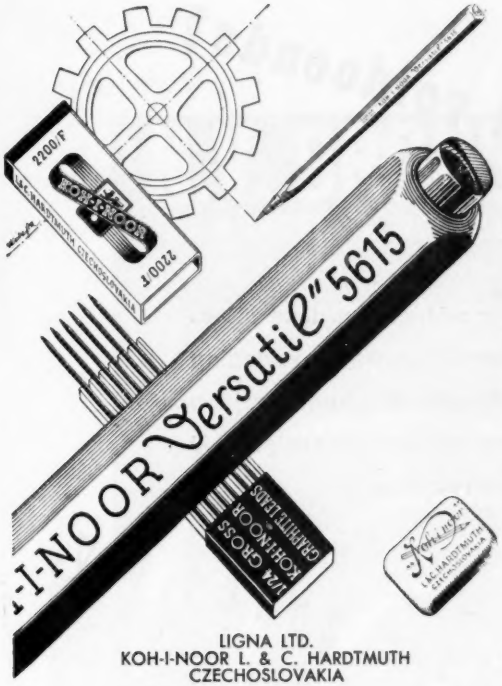
voor het bewikkelen van ringvormige kernen. Kunnen thans geleverd worden voor een draad-diameter vanaf 0,05 mm en een inwendige spoel-diameter van 8 mm.

MICAFIL
ZÜRICH

Aanvragen te richten tot:

**N.V. E. M. ELECTROSTOOM**

POSTBUS 301 — ROTTERDAM — TELEFOON 82720




LIGNA LTD.
KOH-I-NOOR L. & C. HARDTMUTH
CZECHOSLOVAKIA

. . . ontvangt U meer dan een machine. U ontvangt ook de service van een groot, modern bedrijf, met een jarenlange ervaring op compressoren-gebied. Onze perslucht-specialisten, mannen met routine en liefde voor hun vak, staan tot Uw beschikking, zonder dat het U tot iets verplicht.

*GEEN RISICO . . . . . DUS GRASSO!*

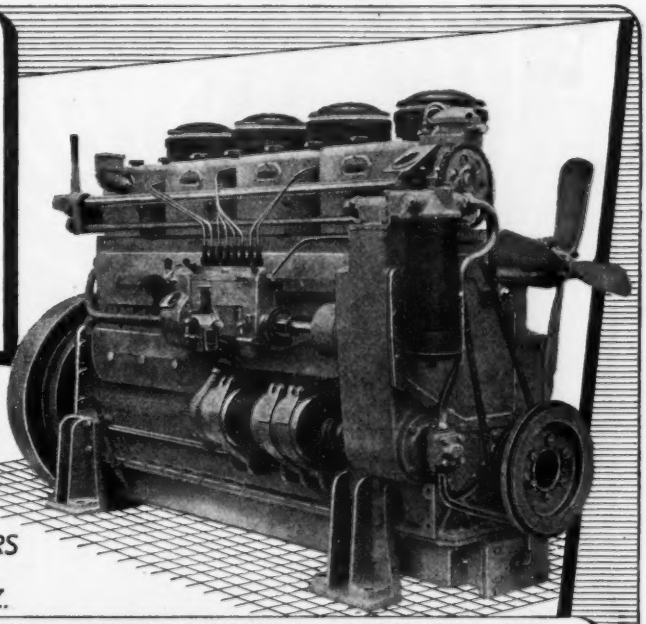
**GRASSO's**

MACHINEFABRIEKEN N.V. 'S-HERTOGENBOSCH

# Kromhout

VIERTACT SNELLOPENDE
STATIONNAIRE
**DIESELMOTOREN**
TYPE GS-108

VERMOGEN
VAN 30 TOT EN MET 120 PK
AANTAL OMW/MIN. 1000/1500



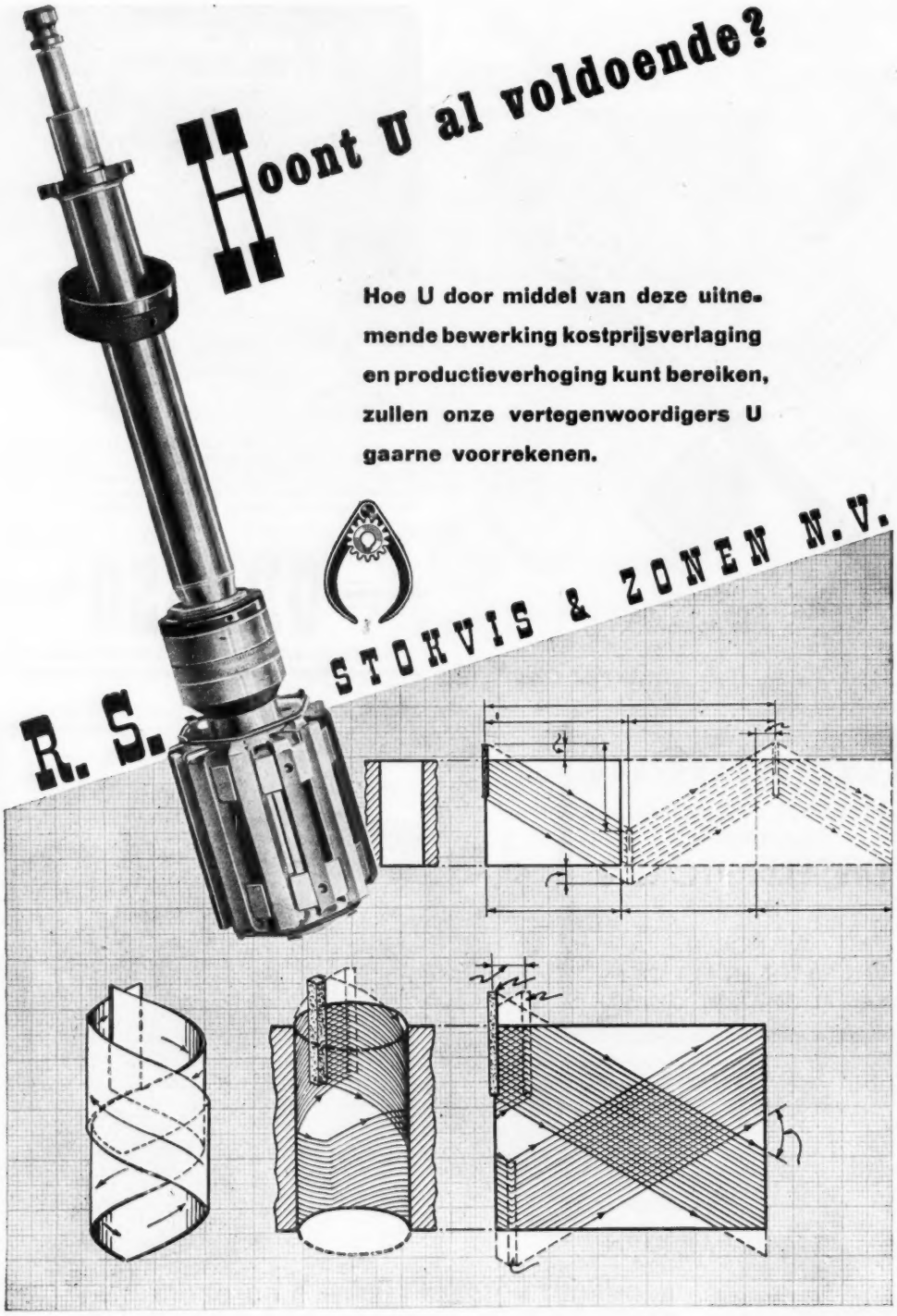
*Type 8-GS-108*
*120 pk.*

*Voor aandrijving van:*

*COMPRESSORS*
*DYNAMO'S*
*POMPEN ENZ.*

KROMHOUT

**KROMHOUT MOTOREN FABRIEK D. GOEDKOOP Jr. N.V.**
**Ketelstraat 2 AMSTERDAM Telefoon 61611**
Filiaal te Rotterdam - Aelbrechtskade 55c-57c

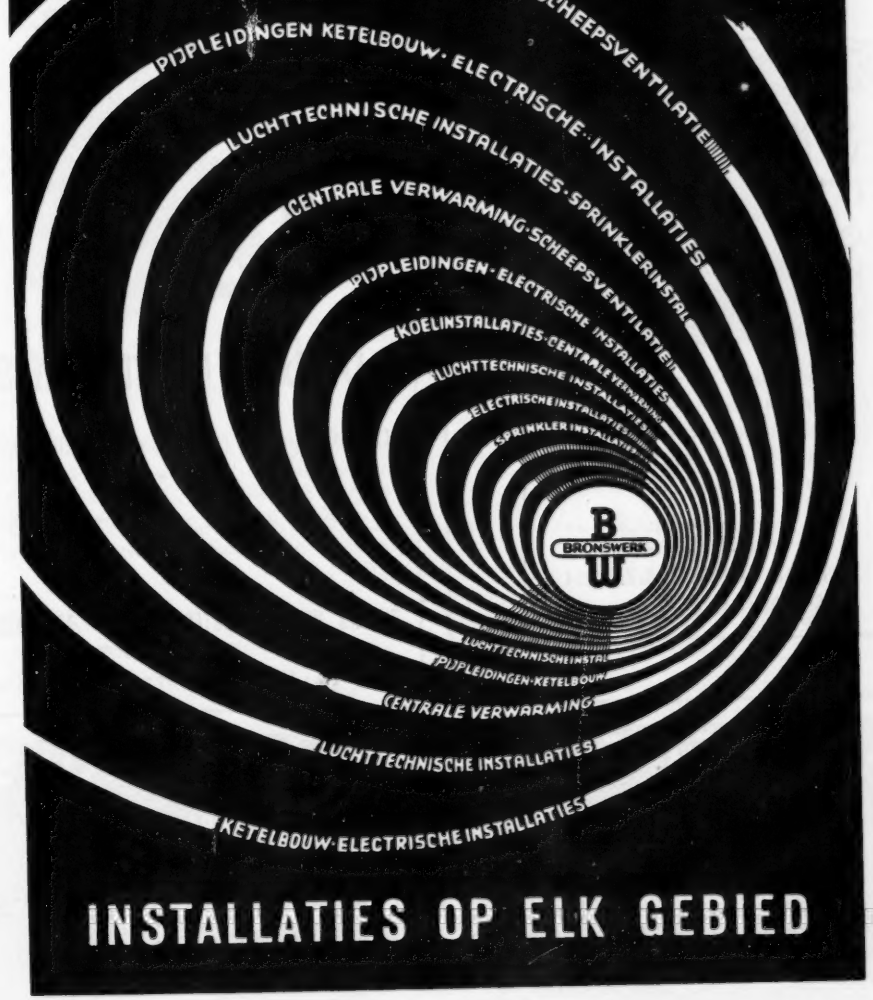



JAVASTAAL — STOKVIS N.V. — DJAKARTA

# N.V. BRONSWERK AMERSFOORT

**v.h. HUYGEN & WESSEL - v.h. BECHT & DYSERINCK**

BIJKANTOREN: AMSTERDAM • ROTTERDAM • SITTARD
LEEUWARDEN
APELDOORN
VLISSINGEN
DJAKARTA




## INSTALLATIES OP ELK GEBIED

**SCHEEPSWERVEN EN MACHINEFABRIEKEN KINDERDIJK**

Baggermaterieel
Vracht- en passagiersschepen
Sleepboten
SMIT-M.A.N.-dieselmotoren
Stoommachines, ketels, lieren enz.

J.&K. SMIT

TELEGRAM-ADRES
SMITTEN—KINDERDIJK

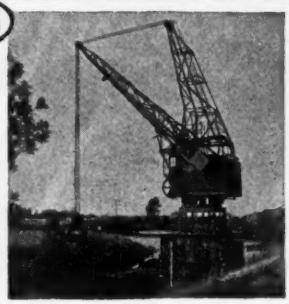
Telf.: Rotterdam 72647
Alblasserdam 241
Krimpen a/d Lek 441

**ALUMINIUMVERWERKENDE INDUSTRIE KRIMPEN AAN DE LEK**

Fleming-Patent-Reddingboten.
Roei- en motorreddingboten
Scheepsmeubelen
Scheepsconstructies
enz.

GBS

V O O R



KRANEN - LIFTEN - LIEREN
TRANSPORTINRICHTINGEN
MOTORREDUCTOREN
TANDWIELKASTEN
STAALBOUW - BRUGGEN

N.V. Transportwerktuigen- en Machinefabriek
v/h G.B. SANDERS & ZOON
ENSCHEDE Postbus 87. Tel. 05420-7845

**„BOGE" LUCHTCOMPRESSOREN**

Luchtgekoelde en watergekoelde uitvoering

★

Korte levertijd — concurrerende prijs

*Meer dan 1000 referenties*

★

**BUREAU VOOR DROOGTECHNIEK & APPARATENBOUW**
VOORBURG
Tel.: K 17 00 — 77 86 97 — 77 31 03

**„HEEMSTEE" PATENTLAGERBRONS**

in afmetingen
van 30 x 15 m.m.
tot 300 x 280 m.m.
ook in aluminium-uitvoering

CENTRIFUGAAL GEGOTEN, GEWALST EN GEHARD

Tel. 39729 - 38285
K 2500

Gepatenteerd in alle werelddelen

Vraagt prijs en inlichtingen bij ons of bij onze wederverkopers in vele steden, alwaar ons brons uit voorraad verkrijgbaar is.

**N.V. NEDERLANDSE METAALGIETERIJEN; HEEMSTEDE**

DE INGENIEUR

## O. TECHNISCH WETENSCHAPPELIJK ONDERZOEK 4.

621.384.6

# Symposium over apparaten voor het versnellen van electronen en ionen

## I. Inleiding van het Symposium [1]

*door prof. dr H. B. DORGELO*

**Summary:** *Introduction to the Symposium on Apparatus for the acceleration of electrons and other particles.*
In the first place some fundamentals are mentioned which are of interest in accelerating charged particles. A survey of the accelerators is given according to different systems. The essential difference between accelerators for electrons and those for protons, deuterons etc. is discussed. The principal elements by which cyclotron, synchrocyclotron, electroncyclotron, bêtatron, electronsynchrotron are working are successively explained.

Voor het experimenteel onderzoek van atoomkernen en ook voor andere doeleinden is het van belang bundels van deeltjes met regelbare energie ter beschikking te hebben.

1.

Waar in dit symposium verschillende apparaten voor het verkrijgen van geladen deeltjes met zeer grote energieën behandeld zullen worden, komt het ons gewenst voor, allereerst enige principiële begrippen te bespreken, welke bij de behandeling van dergelijke apparaten van belang zijn.

Ik moge daarom beginnen met U in herinnering te brengen:

1°. dat de massa $m$ van een geladen deeltje bij toenemende snelheid van het deeltje toeneemt volgens de relatie:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1-(v/c)^2}}$$

waarin $m_0$ de rustmassa van het deeltje is en $v/c$ de verhouding van de snelheid van het deeltje tot de snelheid van het licht is.

In fig. 1 is de massa $m$ als functie van $v/c$ weergegeven. Wij zien uit deze figuur, hoe $m$ tot oneindig nadert, naarmate $v/c$ tot 1 nadert;

2°. dat volgens de relativiteitstheorie de energie $W_0$, corresponderend met de rustmassa $m_0$ van een deeltje gelijk is aan

$$W_0 = m_0c^2$$

Deze $m_0c^2$ is:

| | |
|---|---|
| voor een *electron* gelijk aan | 0,51 MeV |
| voor een *proton* | 938,1 MeV |
| voor een *deuteron* | 1875,3 MeV |
| voor een α-*deeltje* | 3726,7 MeV |

3°. dat als door energieopname uit een electrisch veld de totale energie van het deeltje tot $W$ en de massa tot $m$ aangegroeid is, zodanig dat $W = mc^2$ is geworden, de uit het veld opgenomen energie $W_v$ gelijk is aan:

$$W_v = W - W_0 = mc^2 - m_0c^2 = \frac{m_0c^2}{\sqrt{1-(v/c)^2}} - m_0c^2 \quad . \quad (1)$$

Volgens de relatie $W_v = mc^2 - m_0c^2$ neemt de massa $m$ lineair toe met $W - W_0$ (zie fig. 2).

De afhankelijkheid van $v/c$ van $W - W_0$ (in logarithmische schaal) door de relatie (1) is in fig. 3 weergegeven.

Uit fig. 3 zien wij, dat een electron met een energie van 1 MeV reeds een snelheid heeft gelijk aan 94% van de lichtsnelheid, dat bij energieën groter dan 2 MeV de snelheid practisch gelijk aan de lichtsnelheid is en blijft, dat een proton de lichtsnelheid pas benadert bij energieën, welke groter zijn dan $10^3$ MeV. Bij de bespreking van de apparaten voor het versnellen van geladen deeltjes is het goed, zich telkens terdege te realiseren, in welk *energiegebied* maar tevens in welk *snelheidsgebied* het betreffende apparaat werkt.

Terwijl protonen en electronen zich verschillend gedragen in het energiegebied van enkele millioenen electronvolt, waar deze energie slechts een fractie van de rustenergie van het proton, doch reeds enige malen groter dan de rustenergie van het

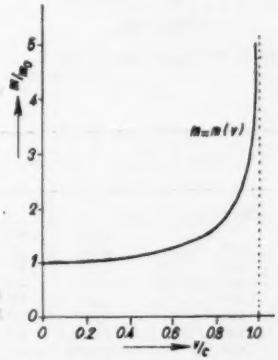



**Fig. 1.** Het toenemen van de massa met de snelheid voor ieder deeltje.

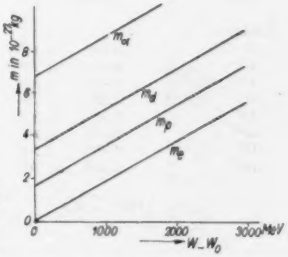



**Fig. 2.** Het toenemen van de massa met de energie voor electronen, protonen, deuteronen en α-deeltjes.

[1]) Voordracht gehouden op het symposium over „Apparaten voor het versnellen van electronen en ionen", georganiseerd door de Afd. voor Technisch Wetenschappelijk Onderzoek in samenwerking met de Nederlandse Natuurkundige Vereniging en het Nederlands Radiogenootschap, gehouden op 6 Februari 1951 te Delft.

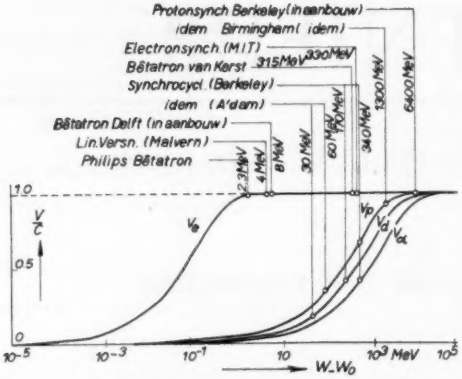



**Fig. 3.** De snelheid als functie van de energie $W$-$W_o$ voor electronen, protonen, deuteronen en α-deeltjes.

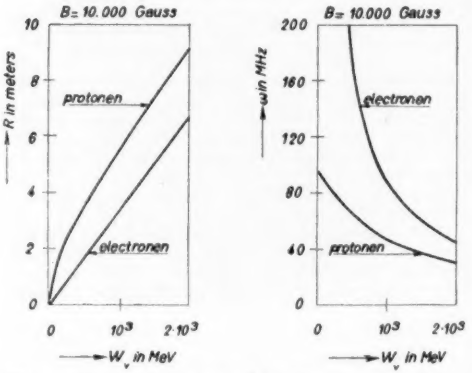



**Fig. 4.** $R$ en $\omega$ als functie van $W_v = W - W_o$ voor protonen en electronen.

electron is, gedragen zij zich analoog in het energiegebied van enige milliarden electronvolts.

In tabel 1 zijn voor verschillende waarden van de uit het veld opgenomen energie $W_v$ (uitgedrukt in $eV$) respectievelijk aangegeven de bijbehorende snelheden $v$ in m/sec, de grootheden $v/c$, $m/m_0$ en $m$ in $10^{-30}$ kg en wel zulks afzonderlijk voor electronen en protonen.

Wij zien uit deze tabel bv. dat een één millioen-voltselectron reeds driemaal zijn rustmassa heeft en dat de massa van een electron, hetwelk één milliard electronvolt opgenomen heeft, ongeveer gelijk is aan de rustmassa van het proton. Bij de bespreking van de werking van versnellingsapparaten is het steeds ook gewenst zich te realiseren, hoe groot de aan het deeltje toegevoerde energie is, vergeleken met de rustenergie van het betreffende deeltje.

Terwijl bij electronenversnellers de toegevoerde energie meestal groot is ten opzichte van de rustenergie van het electron, is deze bij protonen - e.q. deuteronenversnellers enz. klein ten opzichte van de rustenergie dezer deeltjes of ongeveer even groot;

4°. dat, wanneer een geladen deeltje met snelheid $v$ zich in een magnetisch veld beweegt loodrecht op de krachtlijnen, het deeltje een cirkelbaan doorloopt met straal $R$ gelijk aan

$$R = mv/eB \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

en met een hoeksnelheid

$$\omega = v/R = eB/m \quad \ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

Zolang $m$ practisch gelijk is aan $m_o$, blijft dus de hoeksnelheid $\omega$ *bij constante* $B$ practisch constant en is dan gelijk aan $\omega_o = eB/m_o$.

Bij grotere energieën, waarbij $m$ merkbaar groter wordt, neemt *bij constante* $B$ de hoeksnelheid met toenemende energie van het deeltje *af*.

In het relativistische gebied geldt, dat

$$R = \frac{m_o c}{e\,B}\sqrt{\left(\frac{W}{W_o}\right)^2 - 1} \text{ en} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (4)$$

$$\omega = \frac{e\,B}{m_o}\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = \frac{e\,B}{m_o}\cdot\frac{W_o}{W} \quad \ldots\ldots \quad (5)$$

Fig. 4 geeft $R$ als functie van $W_v$ in een veld van 10.000 gauss (dat is bij ca ½ maal de verzadiging van het ijzer).

In het sterk relativistisch gebied, waarin

$$W \approx W_v >> m_o c^2 \text{ is, is}$$
$$R \approx W/eBc \approx W_v/eBc$$

TABEL 1.

| $W_v$ in $eV$ | $v$ in m/sec. | $v/c$ | $m/m_o$ | $m$ in $10^{-30}$ kg |
|---|---|---|---|---|
| Electronen | | | | |
| 1 | $5{,}93 \times 10^5$ | 0,001 96 | 1,000 002 | 0,911 |
| $10^2$ | $5{,}93 \times 10^6$ | 0,019 6 | 1,000 2 | 0,911 |
| $10^3$ | $1{,}88 \times 10^7$ | 0,062 7 | 1,002 | 0,913 |
| $10^4$ | $5{,}86 \times 10^7$ | 0,195 | 1,02 | 0,930 |
| $10^5$ | $1{,}64 \times 10^8$ | 0,547 | 1,20 | 1,091 |
| $10^6$ | $2{,}82 \times 10^8$ | 0,94 | 2,96 | 2,70 |
| $10^7$ | $2{,}994 \times 10^8$ | 0,999 | 20,5 | 18,7 |
| $10^8$ | $2{,}9974 \times 10^8$ | 0,999 9 | 197 | 179 |
| $10^9$ | $2{,}99772 \times 10^8$ | 0,999 99 | 1960 | 1780 |
| $10^{10}$ | $2{,}99776 \times 10^8$ | 0,999 999 | 19600 | 17800 |
| Protonen | | | | |
| 1 | $9{,}54 \times 10^3$ | 0,000 031 8 | 1,000 000 001 | 1673 |
| $10^6$ | $9{,}54 \times 10^6$ | 0,031 | 1,001 | 1674 |
| $10^7$ | $4{,}38 \times 10^7$ | 0,146 | 1,01 | 1690 |
| $10^8$ | $2{,}61 \times 10^8$ | 0,876 | 1,11 | 1840 |
| $10^9$ | $2{,}89 \times 10^8$ | 0,964 | 2,08 | 3470 |
| $10^{10}$ | $2{,}985 \times 10^8$ | 0,996 | 11,7 | 19500 |
| $10^{11}$ | $2{,}996 \times 10^8$ | 0,999 6 | 108 | 180000 |
| $10^{12}$ | $2{,}998 \times 10^8$ | 0,999 96 | 1070 | 1790000 |

$$\frac{v}{c} = \sqrt{\frac{W^2 - W_o^2}{W^2}} \qquad \frac{m}{m_o} = \frac{W}{W_o} \qquad W_v = W - W_o = mc^2 - m_o c^2$$

en is dus $R$ bij constante $B$ ten naastebij evenredig met $W$. Wil men $R$ constant houden, dus het deeltje op een bepaalde cirkelbaan laten lopen, dan moet $B$ evenredig met $W$ toenemen.

2.

Men kan de apparaten voor het vergroten van de energie van geladen deeltjes principieel op verschillende wijzen classificeren.

1°. naar de vorm van de banen, welke de deeltjes doorlopen.

2°. volgens het criterium: waaraan ontleent het geladen deeltje zijn vermeerdering van energie?

In de tabel 2 zijn verschillende versnellingsapparaten aangegeven.

Wat betreft de vorm der banen kan men onderscheiden:

*a.* de versnellers, waarin de deeltjes langs rechte banen bewegen (lineaire versnellers);

*b.* de versnellers, waarin de banen der deeltjes met behulp van magneetvelden opgerold worden tot cirkelvormige c.q. min of meer spiraalvormige banen. De versnellers met opgerolde banen hebben het voordeel van een grotere compactheid maar zij brengen met zich mede het nadeel van grotere stralingsverliezen tengevolge van de optredende radiale versnellingen.

Terloops wil ik even opmerken, dat het woord versnellingsapparaat voor die energie-gebieden, waarin de snelheid der deeltjes practisch niet meer verandert, minder juist is en beter vervangen zou kunnen worden door massa- of energievergrotingsapparaat.

Tot de lineaire versnellers behoren onder meer:

*a.* de versnellingsbuizen, waarop een hoge spanning gezet wordt, verkregen met behulp van een cascadegenerator of door middel van een Van de Graaff-generator en waarbij het electrische veld langs de versnellingsbuis min of meer constant is;

*b.* versnellingsbuizen, *lineaire versnellers in engere zin genoemd*, waarbij een electrisch veld van een electromagnetische golf met het versnelde deeltje meeloopt. In plaats van lopende golven worden ook wel staande golven gebruikt.

De lineaire versnellers met cascadegenerator of met Van de Graaff-generator zullen vandaag niet verder besproken worden.

Dr Fry zal de lineaire versnellers met lopende E.M. golven bespreken.

Tot de versnellingsapparaten met cirkel- of spiraalvormige banen behoren:

1. het cyclotron
2. het synchrocyclotron (dat is het frequentiegemoduleerde cyclotron)
3. het electroncyclotron
4. het bêtatron
5. het electronsynchrotron
6. het protonsynchrotron
7. het cyclosynchrotron (zie voordracht prof. Heyn).

Het protonsynchrotron wordt ook wel bêtatron of cosmotron genoemd, als men tot energieën van enige milliarden electronvolts gaat; hierbij moet men zich even realiseren, dat wat wij een milliard noemen in Amerika een billioen genoemd wordt.

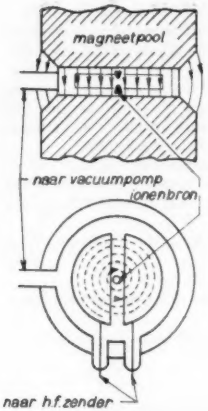
Lettende op het criterium: „waaraan ontleent het deeltje zijn energievergroting", kan men onderscheiden de apparaten, waarbij gebruik gemaakt wordt van:

*a.* hoge electrische gelijkspanningen;

*b.* hoogfrequente wisselspanningen (bv. bij cyclotron);

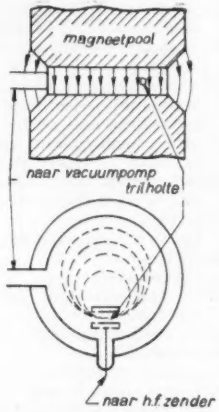
TABEL 2.

| Apparaat | Vorm van de baan | Energie ontleend aan: | Fase-stabiliteit | Schema |
|---|---|---|---|---|
| Lin. versn. met v.d. Graaffgenerator | recht | gelijkspanning | — | |
| Lin. versn. met cascadeschak. | recht | gelijkspanning | — | |
| Lin. versn. met lopende E.M. golven | recht | electr. veld v. lopende golf | ja | |
| Lin. versn. met staande E.M. golven | recht | electr. veld v. staande golf | ja | |
| Cyclotron | spiraalachtig | h.f. electr. veld | neen | |
| Synchrocyclotron | spiraalachtig | h.f. electr. veld | ja | |
| Electroncyclotron | verschillende cirkels | trilholte | ja | |
| Bêtatron | cirkel | inductieveld | — | |
| Electronsynchrotron | cirkel | trilholte en inductieveld | ja | |
| Protonsynchrotron | cirkel | trilholte en inductieveld | ja | |



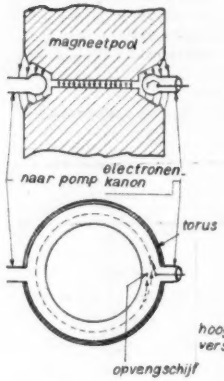

Cyclotron

Fig. 5.



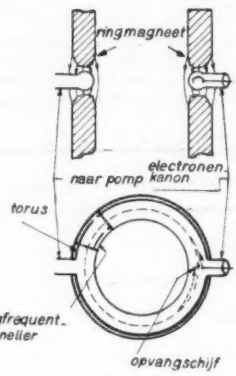

Electronencyclotron

Fig. 6.




Bêtatron

Fig. 7.




Synchrotron

Fig. 8.

*c.* zich met het deeltje meebewegende electrische velden (bij lineaire versneller met lopende golven);

*d.* electrische krachten optredende bij verandering van de magnetische flux, binnen de door het deeltje doorlopen cirkel. (bij bêtatron en gedeeltelijk bij synchrotron).

In verschillende apparaten komen meerdere van genoemde krachten gelijktijdig tot werking.

Een belangrijk punt bij versnellers is ook de kwestie van de fasestabiliteit (zie later).

Bij de principiële behandeling en onderscheiding der versnellingsapparaten met opgerolde banen kan men onderscheiden apparaten, waarbij tijdens de werking:

1. $\frac{dB}{dt} = 0$ en $\frac{d\omega_s}{dt} = 0$ (cyclotron en electroncyclotron)

2. $\frac{dB}{dt} = 0$ en $\frac{d\omega_s}{dt} < 0$ (synchrocyclotron)

3. $\frac{dB}{dt} > 0$ en $\frac{d\omega_s}{dt} = 0$ (electronsynchrotron)

4. $\frac{dB}{dt} > 0$ en $\frac{d\omega_s}{dt} > 0$ (protonsynchrotron)

5. $\frac{dB}{dt} > 0$ (bêtatron)

Het is natuurlijk onmogelijk in het mij beschikbare plaatsbestek een systematische behandeling van alle in tabel 2 aangegeven versnellers te geven.

Ik moge daartoe verwijzen naar het artikel van prof. HEYN over: „Apparaten voor het versnellen van deeltjes" in het Nederlands Tijdschrift voor Natuurkunde van Maart 1949.

Ik wil mij beperken tot het bespreken van principiële verschillen van electronenversnellers enerzijds en versnellers van protonen, deuteronen enz. anderzijds, en onderwijl kort de werking der verschillende apparaten met door magneetvelden opgerolde banen de revue laten passeren.

Bij het cyclotron (zie fig. 5) wordt het geladen deeltje versneld door middel van een hoogfrequent electrisch veld, aangelegd tussen twee halve metalen dozen, waarbij de electronen telkens, binnen de halve dozen, halve cirkels beschrijven, waarvan bij toegenomen energie van de deeltjes de straal telkens groter wordt, doch waarbij de hoekfrequentie $\omega$ volgens formule (3) en de omlooptijd langs de halve cirkel dezelfde blijft, zolang $m$ als constant beschouwd kan worden.

Wij weten echter, dat $m$ met toenemende energie toeneemt, zodat bij constante hoekfrequentie $\omega_s$ van het aangelegde h.f. veld de $\omega_d$ van het deeltje meer en meer gaat verschillen van de $\omega_s$ van de aangelegde h.f. spanning. Het electron raakt „uit de pas" *of met andere woorden het cyclotron is niet fasestabiel.*

Voor zover bij een cyclotron *met een vaste frequentie* gewerkt wordt, is dit apparaat in zijn gebruik gelimiteerd tot het niet-relativistische energiegebied. Begrenzen wij dit gebied tot één procent van de rustenergie, dan vinden we de volgende grenzen:

| | 1% van de rustenergie | straal voor $B$ = 10.000 Gaus |
|---|---|---|
| voor electronen | 0,005 MeV | 0,0002 m |
| protonen | 10 MeV | 0,4 m |
| deuteronen | 20 MeV | 0,8 m |
| α-deeltjes | 40 MeV | 0,8 m |

Om dus grotere energieën te verkrijgen moet de frequentie $\omega_s$ van de aangelegde hoogfrequente wisselspanning verlaagd worden bij toenemende massa van het deeltje. Een *synchrocyclotron*, waarbij aldus de frequentie gemoduleerd kan worden, is o.m. aanwezig in het I.K.O. (Instituut voor Kernphysisch Onderzoek) te Amsterdam.

Het sinds 1949 in werking zijnde synchrocyclotron te Berkeley levert 200 MeV deuteronen en 400 MeV α-deeltjes. Bij deze toegevoegde energieën is de massa van het betreffende deeltje met ca 11% vergroot. De totale modulatie van de frequentie moet dus evenveel kunnen bedragen.

Tevens zal nu duidelijk zijn, waarom zelfs met een frequentiegemoduleerd cyclotron geen electronen tot een millioen volt of meer versneld kunnen worden. Immers bij opname van een energie van 2 MeV door een electron, neemt de massa $m$ van het electron successievelijk toe tot 5 maal de rustmassa $m_0$ en zal volgens de formule $\omega_d = eB/m$ de omloop frequentie dus 5 maal zo klein worden. Teneinde $\omega_s$ aan de hoekfrequentie $\omega_d$ van het deeltje aan te passen zou $\omega_s$ met een factor 5 verkleind moeten worden.

Zulk een grote frequentiemodulatie van het hoogfrequente electrische veld is practisch niet uitvoerbaar. Voor het verkrijgen van electronen met energieën van de orde van enkele millioenen electronvolts zijn dus andere apparaten bedacht nl.:

*a.* het electroncyclotron

*b.* het bêtatron

*c.* het electronsynchrotron.

*a.* Bij het *electroncyclotron* (zie fig. 6) wordt met behulp van een trilholte, waarvan bv. de trillingstijd $T$ gelijk is aan $2\ \pi m_0/Be$, telkens bij het passeren van de trilholte aan het electron een energie gelijk aan die van de rustenergie van het electron, dus 0,51 MeV toegevoegd, waardoor dus telkens bij het passeren van de trilholte de massa met $m_0$ wordt vergroot. Het electron zal bij constant magneetveld $B$ daarbij achtereenvolgens cirkels doorlopen met omlooptijden 2 $T$, 3 $T$ enz., en dus telkens op het juiste moment door de trilholte lopen, om opnieuw 0,51 electronvolt op te nemen.

*b.* Bij het *bêtatron* (zie fig. 7) wordt het electron op een cirkelbaan met straal $R$ tengevolge van een veranderend radiaal symmetrisch magneetveld versneld door een electrische kracht

$$eF = \frac{e}{2\pi R}\,\frac{d\Phi}{dt},$$

De voorwaarde, waaraan voldaan moet worden, opdat het electron zich op een cirkel met constante straal blijft bewegen, is, dat de magnetische inductie $B_R$ ter plaatse van de doorlopen cirkel gelijk moet zijn aan de helft van de waarde van de gemiddelde inductie $B$ binnen de cirkel of m.a.w. dat de door de cirkelbaan omsloten magnetische flux $\Phi = 2\pi R^2 B_R$ moet zijn.

De heer ir KLEYNEN zal uitvoeriger ingaan op de werking van het bêtatron en op kwesties samenhangende met verticale radiale en fase-stabiliteit daarbij.

*c.* Het *electronsynchrotron* (zie fig. 8) maakt gebruik van een combinatie van bêtatronwerking en van energievergroting met behulp van een hoogfrequent electrisch veld van een in een torusvormige buis geplaatste trilholte (zie fig. 8).

Het electron beweegt zich hierbij op een cirkel met straal $R$ en daar de electronen bij energieën groter dan ca 2 MeV zich nagenoeg met de lichtsnelheid bewegen, zal ook bij toenemende energie de omloopfrequentie $f_d = c/2\pi R$ en dus ook de hoeksnelheid $\omega_d = c/R = 2\pi f$ van het deeltje constant blijven.

Volgens formules (2) en (3) moet, om $R$ en $\omega_d$ constant te houden, $B$ toenemen met $m$.

De werking van het electronsynchrotron is nu als volgt te beschrijven:

Laat de kromme van fig. 9 aangeven de electrische spanning van de trilholte als functie van de tijd. Als het deeltje de trilholte passeert op het moment, dat de spanning van positief (d.w.z. versnellend) naar negatief (d.w.z. vertragend) overgaat, noemen wij de fasehoek $\varphi$ tussen het deeltje en het veld 0. Passeert het deeltje eerder, dan noemen wij de fasehoek $\varphi$ positief, passeert het later, negatief.

Denkt U zich even het magneetveld constant en dat het electron telkens de trilholte sychroon met $\omega_s$ passeert bij een fasehoek, $\varphi_s$, waarbij een energie $eV$ opgenomen wordt, even groot als het energieverlies door straling bij één omloop. Denk dàn, dat het magneetveld tijdens de omloop aangroeiende is, dan zal bij stijgend magneetveld volgens formule (3) de hoekfrequentie toenemen, en het electron eerder de trilholte opnieuw passeren dan het geval zou zijn, indien het magnetisch veld niet aangroeide en dus de trilholte bij grotere fasehoek en dus bij grotere veldsterkte passeren. Dit heeft *energietoename* van het deeltje ten gevolge en dus *massatoename*. Deze massatoename heeft echter weer tot gevolg dat de hoekfrequentie

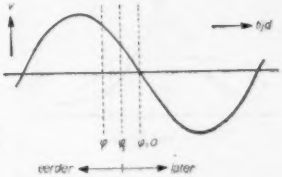



**Fig. 9.** Faseverschuiving tussen deeltje en electrisch veld.

van het deeltje weer kleiner wordt, zodat zich een nieuwe toestand instelt, waarbij de hoekfrequentie $\omega_d$ van het deeltje weer synchroon wordt met de hoekfrequentie $\omega_s$ van de trilholte. Het electronsynchrotron is nl. fasestabiel.

Bij verder toenemen van de magnetische inductie herhaalt zich dit spel voortdurend, zodat de energie van het deeltje hoofdzakelijk toeneemt door ontlening van energie aan het hoogfrequente electrische veld. Bij toenemende energie nemen de stralingsverliezen toe, zodat de fasehoek $\varphi_s$, waarmee het electron de trilholte passeert iets groter wordt.

In de aanloopperiode, waarmee ik hier bedoel de tijd, waarin het electron practisch de lichtsnelheid nog niet heeft bereikt, werkt het synchrotron alleen als bêtatron. Het 70 MeV electronvoltsynchrotron van de General Electric Research Laboratories in Amerika schakelt bij een energie van de electronen van 2 MeV van bêtatronwerking over op synchrotronwerking.

Het *protonsynchrotron* werkt in principe als het electronsynchrotron. Echter moet men bedenken, dat bij zulke synchrotrons, indien de energie kleiner is dan ca $10^3$ MeV de snelheid van protonen enz. de lichtsnelheid nog niet heeft bereikt en dat dan dus, als men de protonen enz. op een cirkelbaan met constante $R$ wil laten lopen, teneinde een ringmagneet te kunnen gebruiken (denk aan de relatie $R\omega = v$), $\omega_s$ bij toenemende $v$ moet laten toenemen, dat dus $\frac{d\omega_s}{dt} > 0$ moet zijn.

Ik hoop U met het besprokene enigszins ingeleid te hebben voor de volgende voordrachten.

Vergun mij, alvorens het woord aan de volgende spreker te geven, nog de volgende opmerking:

Wij zullen vandaag veel over millioenen, en milliarden electronvolts horen. Laten wij daarbij vooral niet vergeten, dat ook de physica der millivolts, bv. der minitieuse verschillen van energieniveaux van atomen, even interessant of soms interessanter kan zijn dan die van de milliarden electronvolts.

621.384.6

# II. De beweging der versnelde deeltjes in circulaire versnellers [1)]

*door P. H. J. A. KLEIJNEN*
Natuurkundig Laboratorium N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken Eindhoven-Nederland

**Summary:** *Survey of the main laws governing the movement of particles in circular accelerators and some of the resulting requisements for the construction of apparatus.*

## I. Bêtatron

1. *Halfwaarde conditie:*

In het bêtatron kunnen de electronen gedurende de versnelling een cirkelbaan met constante straal ($r_o$) volgen als er een bepaalde relatie bestaat tussen de magnetische inductie ($B_o$) langs de baan en de door de baan omsloten magnetische flux ($\phi_o$). Deze relatie, de halfwaarde conditie, luidt:

$$B_o = \frac{\phi_o}{2\pi r_o^2} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

Zij drukt uit dat de $B_o$ langs de baan de helft is van de gemiddelde $B$ binnen de baan. (fig. 1).

Stellen wij $B = \text{rot } A$ dan kunnen wij voor (1) schrijven:

$$A_o' = 0 \quad \ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

(accenten geven differentiaties naar $r$ aan)

(2) drukt uit dat $A$ langs de baan een extreme waarde moet hebben (fig. 2).

Verdere beperkingen worden aan het verloop van $B$ als functie van $r$ opgelegd door de omstandigheid dat de beweging stabiel moet zijn tegen storingen. In verband met de geometrie van de beweging heeft het zin onderscheid te maken tussen

[1)] Samenvatting van een Voordracht gehouden op het symposium over „Apparaten voor het versnellen van electronen en ionen", georganiseerd door de Afdeling voor Technisch Wetenschappelijk Onderzoek in samenwerking met de Nederlandse Natuurkundige Vereniging het Nederlandse Radiogenootschap, gehouden op 6 Februari 1951 te Delft.

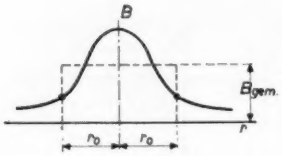



Fig. 1.

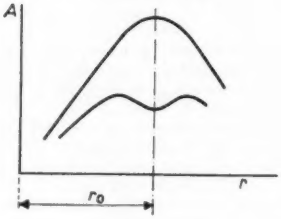



Fig. 2.

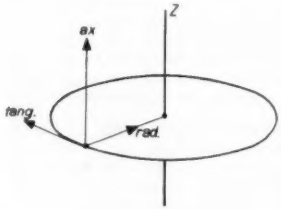



Fig. 3.

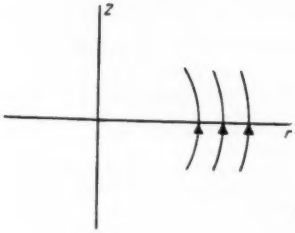



Fig. 4.

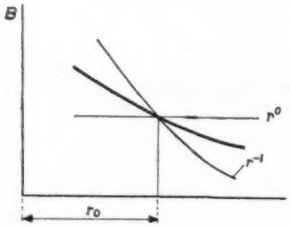



Fig. 5.

radiale, axiale en tangentiale storingen en stabiliteiten. (fig. 3).

2. *Radiale stabiliteit.*

De beweging is stabiel tegen radiale storingen als de som van de middelpuntvliedende kracht en de Lorentzkracht steeds naar de ongestoorde baan toegericht is. Stellen wij het veld in de buurt van de ongestoorde baan ($r = r_o$) voor door:

$$B = B_o \left(\frac{r}{r_o}\right)^n \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (3)$$

dan is dit geval als:

$$n < 1 \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (4)$$

of als we gebruik maken van de vectorpotentiaal als:

$$A_o'' > 0 \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (5)$$

Is de beweging in radiale richting stabiel dan kunnen radiale oscillaties om de ongestoorde baan optreden met een frequentie $\omega_r$ gegeven door:

$$\frac{\omega_r}{\omega_o} = \sqrt{1 - n} = r_o \sqrt{\frac{A_o''}{A_o}} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (6)$$

Hierin is $\omega_o = \frac{eB_o}{m}$ de omloopfrequentie van het electron.

3. *Axiale stabiliteit.*

Als de magnetische krachtlijnen gekromd zijn op de wijze aangegeven in fig. 4 worden de electronen, die door een storing het vlak $z = 0$ van de ongestoorde baan willen verlaten, naar dit vlak teruggedrukt door een axiale component van de Lorentzkracht.

De krachtlijnen hebben het geschetste verloop als voldaan is aan de voorwaarde:

$$n > o \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (7)$$

of:

$$A_o'' < \frac{A_o}{r_o^2} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (8)$$

In dit geval zijn axiale oscillaties om de ongestoorde baan mogelijk met een frequentie $\omega_a$ gegeven door:

$$\frac{\omega_a}{\omega_o} = \sqrt{n} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (9)$$

Voor gecombineerde radiale en axiale stabiliteit moet dus voldaan zijn aan de voorwaarde:

$$0 < n < 1 \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (10)$$

of

$$0 < A_o'' < \frac{A_o}{r^2} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (11)$$

$B$ moet dus afnemen als functie van $r$ maar niet te snel (fig. 5), terwijl $A$ een minimum moet vertonen dat niet te diep mag zijn (fig. 6).

4. *Tangentiale stabiliteit.*

Ondervindt een electron een tangentiale storing dan past de snelheid niet meer bij het magnetische veld en het wijkt radiaal van de evenwichtsbaan af.

Het komt onder invloed van de radiale stabiliserende krachten en als deze voldoende groot zijn gaat het electron radiaal om de evenwichtsbaan oscilleren en blijft voor verdere versnelling behouden.

De maximaal toelaatbare tangentiale afwijking in de snelheid is vooral van belang bij de injectie met constante electronensnelheid. Zij bepaalt de tijd gedurende welke de buis electronen ter versnelling accepteert. Deze tijd noemen we de vangtijd.

5. *Radiale beweging met grote amplitudo.*

Bij grote radiale storingen zoals die bv. bij de injectie optreden is het niet voldoende alleen het veld in de buurt van de ongestoorde baan te beschouwen. In dit geval heeft het zin de radiale kracht van een potentiaal $P$ af te leiden gedefinieerd door:

$$m\ddot{r} = -\frac{dP}{dr}$$

Uit de bewegingsvergelijkingen volgt dat deze potentiaal gelijk is aan:

$$P = \frac{1}{2m}\left\{\frac{p_\varphi}{r} + e\,A\right\}^2 \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (12)$$

Hierin is $p_\varphi$ een constante bepaald door de begincondities van de beweging van het electron.

Fig. 7 geeft $P$ als functie van $r$ voor enige waarden van $p_\varphi$. Alleen als de krommen een minimum vertonen is de beweging radiaal stabiel.

6. *Vangtijd.*

Wij nemen aan dat terwijl de magnetische veldsterkte vanaf de waarde nul toeneemt, de electronen met constante snelheid binnen een kegel om de raaklijn aan de ongestoorde baan worden ingeschoten.

Voor al deze electronen met verschillende begincondities kan

men de potentiaalkrommen $P = f(r)$ bepalen en dan nagaan welke een voldoende diep minimum hebben om de radiale beginsnelheid op te vangen. Op deze wijze vindt men het tijdsbestek waarin gunstige vangcondities aanwezig zijn. ($10^{-6}$ à $10^{-7}$ sec.).

Een eenvoudige schatting van deze vangtijd krijgt men door de tijd te berekenen waarin een cirkelvormige baan *b* (fig. 8) overgaat in een cirkelvormige baan *a*.

Hierbij wordt dan verondersteld dat het veld homogeen is en gelijk aan het gemiddelde over het gebied dat door de banen bestreken wordt.

7. *Baancontractie en expansie.*

Wordt een electron, met bij het veld passende snelheid, tangentiaal ingeschoten op een punt, dat niet ligt op de cirkel waarvoor aan de halfwaarde conditie voldaan is, dan is de baan een spiraal die asymptotisch nadert tot deze cirkel.

De verandering van de baandiameter ($2 \triangle r$) per omloop van het electron is bij kleine snelheden gegeven door:

$$\frac{\triangle r}{r - r_0} \approx \frac{1}{2} \frac{\triangle W}{W}$$

Hierin is $W$ de energie van het electron en $\triangle W$ de energietoename per omloop. Bij grote snelheden (lichtsnelheid) vervalt de factor $\frac{1}{2}$.

8. *Samenstelling van de beweging*:

Een electron dat wordt ingeschoten buiten de evenwichtsbaan ($r = r_0$) beschrijft in het algemeen een baan die oscilleert om de onder 7 beschreven spiraal. De oscillerende beweging kunnen wij ons opgebouwd denken uit een radiale en een axiale met verschillende frequenties die beiden kleiner zijn dan de omloop frequentie. Door het toenemen van de bindingskracht met de tijd neemt de amplitudo der oscillaties voortdurend af.

## II. Synchrotron

1. *Fasestabiliteit.*

Evenals in het bêtatron bewegen de electronen zich in het synchrotron in een toenemend magneetveld langs een cirkelbaan met ongeveer constante straal. Voor de radiale, de axiale en de tangentiale stabiliteit gelden dan ook dezelfde voorwaarden die bij het bêtatron zijn besproken. Doordat de versnelling in het synchrotron hoofdzakelijk veroorzaakt wordt door het electrische wisselveld tussen de versnellingselectroden moeten wij tevens de fasestabiliteit onderzoeken.

Om het probleem zo eenvoudig mogelijk te stellen nemen wij aan dat er een wisselspanning met frequentie $\omega_s$ tussen de electroden staat, maar dat het magneetveld constant is. De snelheid van het electron nemen wij extreem relativistisch.

De beweging van een electron dat met de synchrone frequentie $\omega_s$ rondloopt en de versnellingsruimte passeert juist als het veld nul is, is dan in principe mogelijk, maar het is nog de vraag of een dergelijke beweging stabiel is. Om dit te onderzoeken stellen wij, dat het deeltje ten gevolge van een storing de spleet passeert als het veld versnellend is. M.a.w. als de passeerfase $\varphi$ positief is. Het deeltje neemt dan energie op en wegens $W = mc^2$ neemt de massa toe. In verband met $\omega = \frac{eB}{m}$ neemt de omloopsnelheid af, zodat $\varphi$ verkleind wordt. We kunnen dus schrijven:

$$-\dot{\omega} = \text{const. } \varphi$$

$$\triangle\omega = \omega - \omega_s = \dot{\varphi}$$

Hieruit volgt:

$$\ddot{\varphi} + \text{const. } \varphi = 0$$

Uit de vorm van deze vergelijking volgt, dat de fase gaat oscilleren rondom de waarde nul. Met $\varphi$ oscilleren $\triangle\omega$, $\triangle r$ en $\triangle W$. Wegens $-\dot{\omega} =$ const. $\varphi$ loopt $\omega$ $\pi/2$ voor op $\varphi$ en wegens $\omega = c/r$ en $\omega W = e\,B\,c^2 =$ const. zijn $r$ en $W$ in tegenfase met $\omega$ zodat zij het diagram van fig. 9 krijgen.

Laten wij nu het magneetveld toenemen, dan verschuift de evenwichtsfase van nul naar een positieve waarde, waarom heen nu weer faseoscillaties mogelijk zijn.

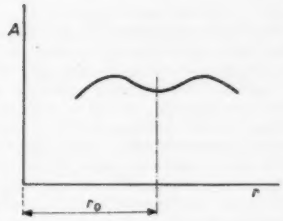



Fig. 6.

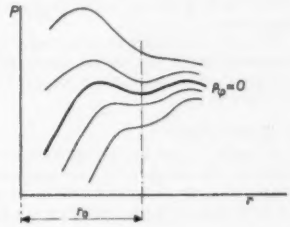



Fig. 7.

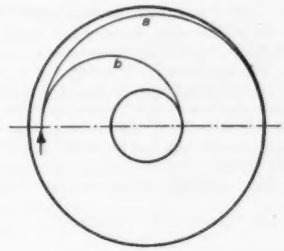



Fig. 8.

Fig. 9.

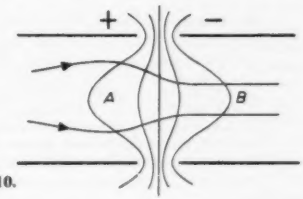



Fig. 10.

2. *Samenstelling van de beweging*:

De totale beweging bestaat uit radiale en axiale oscillaties om een cirkelbaan waarvan de diameter tengevolge van de faseoscillaties periodiek verandert. De frequentie van de faseoscillaties is een factor van de grootteorde 100 kleiner dan de omloopfrequentie.

## III. Cyclotron

1. *Axiale stabiliteit.*

Omdat men radiaal voldoende ruimte heeft zijn de radiale en de tangentiale stabiliteit minder belangrijk. De axiale stabiliteit wordt veroorzaakt door het electrische veld tussen de *D*'s en door het magneetveld.

Bij de beïnvloeding van de baan door het electrische veld zijn twee effecten werkzaam. In de eerste plaats werkt het symmetrische veld focusserend omdat het deeltje langer in het gedeelte *A* verblijft dan in het gedeelte *B*. (fig. 10).

In de tweede plaats is echter de passeerfase van belang. Neemt het veld gedurende de overgang van $A$ naar $B$ toe, dan zijn de defocusserende krachten in $B$ groter dan de focusserende in $A$. Passeren bij afnemend veld is dus gunstiger.

Laat men de luchtspleet tussen de magneetpolen naar de rand toenemen dan worden de magnetische krachtlijnen naar buiten gekromd en krijgt men op dezelfde wijze als bij het betatron is beschreven een Lorentzkracht die de deeltjes naar het vlak van de baan terugdrijft. Bij het cyclotron wordt door de afname van het magneetveld naar de rand het synchronisme tussen het rondlopende deeltje en het electrische wisselveld tussen de $D$'s, al spoedig ernstig verstoord. Bij het synchrocyclotron heeft men meer vrijheid omdat men de frequentie kan aanpassen.

De axiale oscillaties kunnen sterk vergroot worden als ze in resonantie raken met harmonischen van de radiale oscillaties. Gevaarlijke waarden van $n$ waarbij dit kan optreden zijn $n =$ $= 0{,}20\ 0{,}25\ 0{,}1$.

2. *Fasestabiliteit.*

Bij grote energie van het deeltje is de massa niet meer constant en dus evenmin de omloopfrequentie $\omega = eB/m$. Wij krijgen dan, zij het in geringere mate, dezelfde verschijnselen als besproken bij de fasestabiliteit van het synchrotron.

### IV. Het maximum aantal versnelde deeltjes

Bij het betatron wordt een bovenste grens gesteld aan het aantal electronen dat per cyclus kan worden versneld, doordat de buis gedurende de vangtijd ten gevolge van de ruimtelading slechts een beperkt aantal electronen kan opnemen. Het heeft geen zin de injectiestroomsterkte groter te nemen dan de waarde waarbij de ruimteladingskrachten in de electronenbundel groter zijn dan de radiale en axiale stabiliserende krachten beschreven in I.

Als voorbeeld noemen wij een injectiestroomsterkte van 100 mA en een vangtijd van $10^{-7}$ sec. overeenkomende met ongeveer $10^{11}$ electronen.

Van de door de buis opgenomen electronen gaat nog een groot gedeelte verloren door botsingen met kanon, gasmoleculen, target enz. De meeste synchrotrons lopen aan als betatrons en voor de bovenste grens van het aantal opgenomen electronen gelden dus dezelfde overwegingen als voor het betatron. Bij de overgang van betatron- op synchrotronbedrijf gaan maar weinig electronen verloren.

Bij het cyclotron wordt de grens bepaald door de ruimtelading en de axiale stabiliserende krachten. In het synchrocyclotron is het aantal versnelde deeltjes veel kleiner omdat alleen de deeltjes, die met een bepaalde fase ten opzichte van de sweepfrequentie vertrekken voor de versnelling behouden blijven.

### V. De maximale eindenergie

De maximale energie van de deeltjes in circulaire versnellers wordt begrensd door de maximale waarden van het magneetveld en de straal van de baan.

$$W_{max} = mc^2 - m_0c^2 = ecBr - m_0c^2$$

Deze grens kan alleen worden bereikt als de deeltjes gedurende de versnelling niet te veel energie verliezen. Een principiële grens wordt hier gesteld door de straling. Een deeltje dat in een cirkelbaan loopt, zendt in een kegel rondom de raaklijn aan de baan een electromagnetische straling uit, waarvan de energie toeneemt met de vierde macht van de electronenenergie.

### Literatuur


D. W. Kerst and R. Serber, *Phys. Rev.* **60**, 1941, blz. 53.
D. Bohm and L. Foldy, *Phys. Rev.* **70**, 1946, blz. 249.
L. R. Henrich, D. C. Sewell and J. Vale, *Rev. Sc. Instr.* **20**, 1949, blz. 887.
J. Schwinger, *Phys. Rev.* **75**, 1949, blz. 1912.


*(het Symposium wordt vervolgd).*

624.073.041.62

# Over een methode, om door een eenvoudig experiment de momenten in stijve platen te bepalen


*door ir F. K. LIGTENBERG*

Laboratorium voor experimenteel Spanningsonderzoek, T.H. Afd. der Weg- en Waterbouwkunde



**Summary:** *On a method for determining the moments in plates by means of a simple experiment.*

Especially in concrete construction, „plates" (in the sense which applied mechanics attaches to the word) are in very common use. The exact calculation of the moments, necessary for an economical and safe reinforcement is very difficult. In this article the author describes, how it is possible to make a reflecting model, and to photograph the image of a ruled screen, which this model rejects before and after a suitable load has been applied (see fig. 2). If these two images are superimposed on the same negative the photograph shows the so called „moiré effect", giving interference lines which can be interpreted as contour lines of a first derivative of the deflection. From these it is easy to find second derivatives which in turn give the necessary data for the determination of the moments. A special feature is, that the necessary apparatus is extremely simple as shown in fig. 15.


### Inleiding

In de toegepaste mechanica worden constructie-elementen, waarvan één afmeting klein is ten opzichte van beide andere, en die loodrecht op hun vlak belast worden, als „stijve platen" beschreven. Zulke stijve platen spelen in onze betonconstructies een zeer belangrijke rol, terwijl ze ook in andere materialen vrij veel voorkomen. Voor de constructeur is het daarom wel een weinig bevredigende omstandigheid,dat de nauwkeurige berekening van deze onderdelen zoveel moeilijkheden oplevert.

Slechts in enkele bijzondere gevallen is het mogelijk de oplossing van de optredende differentiaalvergelijking rechtstreeks op te schrijven. Bijna steeds is het nodig belasting en doorbuigingen in Fourierreeksen te ontwikkelen. Daar de momenten niet van de doorbuigingen zelf, doch van de tweede afgeleiden daarvan afhankelijk zijn, moet deze berekening met een vrij groot aantal decimalen uitgevoerd worden om nauwkeurige resultaten te krijgen. Voor een aantal veel voorkomende eenvoudige gevallen zijn deze berekeningen natuurlijk uitgevoerd en in de vorm van tabellen, grafieken of benaderingsformules gepubliceerd.

Voor platen van afwijkende vorm, of met een enigszins bijzondere belasting missen we natuurlijk dit hulpmiddel, terwijl juist nu de randvoorwaarden zich vaak bijzonder slecht lenen voor een ontwikkeling in reeksen. Een goede berekening kan dan in beginsel met de relaxatiemethode worden verkregen, doch wordt dan uiterst tijdrovend. Meestal is zoveel tijd hiervoor niet beschikbaar, zodat men noodgedwongen overgaat tot een ruime dimensionering en een onnodig groot materiaalverbruik, echter zonder dat dit een voldoende zekerheid geeft, dat nergens de toelaatbare spanningen overschreden worden.

Het ligt onder deze omstandigheden voor de hand, dat men getracht heeft, door middel van een experiment voldoende gegevens te verzamelen om hieruit de spanningstoestand in een dergelijke plaat te kunnen bepalen. Dit heeft echter veel moeilijkheden opgeleverd. Het is natuurlijk altijd mogelijk, een model van een plaat te maken, en hieraan b.v. rekmetingen te

verrichten. Uit de gemeten rekken zijn de spanningen direct af te leiden, zodat dit theoretisch in het geheel geen moeilijkheden oplevert. De vormveranderingen zijn echter klein, zodat een nauwkeurige en kostbare apparatuur nodig is om ze te kunnen meten, terwijl bovendien een dergelijk onderzoek zeer veel tijd gaat kosten, en het model, dat niet al te klein mag zijn, ook verre van goedkoop is. De beide grote plaatmodellen, die door de werkgroep Staal en Gewapend Beton van de Commissie Onderzoek Constructies van T.N.O. te Delft worden onderzocht, (een plaatbrug en een paddestoelvloer) zijn dan ook in de eerste plaats bedoeld om door zorgvuldige metingen de geldigheid van bepaalde theoriën te controleren en niet om in voorkomende gevallen snel een inzicht in de optredende krachtsverdeling te verkrijgen.

Uit de doorbuigingen zouden theoretisch de momenten moeten kunnen worden bepaald. Het blijkt echter, dat pas wanneer aan optisch vlakke plaatmodellen door interferentie de doorbuiging gemeten wordt, een voldoende meetnauwkeurigheid mogelijk is, om redelijke resultaten te krijgen [1]). De hierbij noodzakelijke kostbare apparatuur en modellen maken de practische betekenis van deze methode ook niet groot. Wel bestaat de mogelijkheid, om door gebruikmaking van de wederkerigheidswet van Maxwell invloedsvlakken voor de momenten in een plaat uit de doorbuigingen tengevolge van bijzondere belastingen af te leiden. De invloedsordinaten zijn nu recht evenredig met de doorbuigingen, zodat de vereiste meetnauwkeurigheid gemakkelijker te bereiken is. Ook voor photo-elastisch spanningsonderzoek blijken platen zich zeer slecht te lenen. Hoewel verschillende methoden gevonden zijn, door gebruik te maken van een plaatmodel dat uit twee lagen van verschillende materialen bestaat [2]), of van een model met ingevroren trekspanningen [3]), is deze methode toch te bewerkelijk voor een meer algemene toepassing, en is de benodigde apparatuur zeer ingewikkeld en kostbaar.

Het is daarom bijzonder verheugend, dat het in de loop van het laatste jaar in het Laboratorium voor Experimenteel Spanningsonderzoek van de Technische Hogeschool, Afd. Weg- en Waterbouwkunde gelukt is, een methode te vinden, waarmee de berekening van platen aan de hand van kleine modellen langs experimentele weg zeer eenvoudig en met een voor de practijk voldoende nauwkeurigheid kan gebeuren. Noch het model, noch de voor deze methode noodzakelijke apparatuur brengen hoge kosten met zich mee, terwijl de uitwerking van de verkregen gegevens vrij eenvoudig is. De spanningsfoto's, die bij deze methode gemaakt worden, zijn bovendien zo overzichtelijk, dat een volledige uitwerking in het algemeen niet nodig zal zijn.

## De bepaling van de momenten in platen

Volgens de platentheorie is het mogelijk bij een plaat de momenten per eenheid van lengte uit de doorbuigingen $w$ af te leiden met gebruikmaking van de volgende formules:

$$m_x = -K.\left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \nu \frac{\partial^2 w}{\partial y^2}\right)$$

$$m_y = -K.\left(\frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \nu \frac{\partial^2 w}{\partial x^2}\right)$$

$$m_{xy} = -K.\,(1-\nu)\cdot\frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y}$$

waarin $K = \dfrac{E.h^3}{12\,.\,(1-\nu^2)}$ en

[1]) R. Landwehr u. G. Grabert, Interferenzoptische Versuche zur Plattenbiegung; Ingenieurarchiv XVIII 1950 Heft 1.

[2]) H. Favre & B. Gilg, Sur une méthode purement optique pour la mesure directe des moments dans les plaques minces fléchies; Schweiz. Bauzeitung 1950 pag. 253 e.v. en 265 e.v. K. Hirschfeld, Spannungsoptische Untersuchung von Platten; Der Bauingenieur 1950 pag. 455.

[3]) D. C. Drucker, Photo-elastic analysis of transverse bending of plates; Journ. of Appl. Mechanics Trans. ASME Vol. 9 e.v.

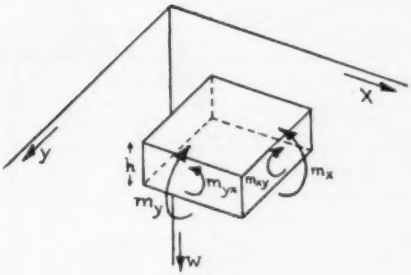



Fig. 1. Notaties.

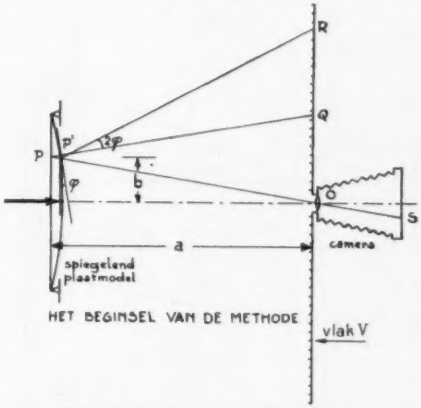



Fig. 2. Het beginsel van de methode.

$$\nu = \frac{1}{m} = \text{contractiecoëfficient}$$

van Poisson.

De gebruikte notaties zijn verklaard in fig. 1.

Het is, althans bij kleine modellen, niet zo eenvoudig om rechtstreeks krommingen of tweede afgeleiden te meten. De doorbuigingen zelf kunnen wel gemakkelijk gemeten worden (b.v. met meetklokjes) doch het is practisch ondoenlijk hieruit met voldoende nauwkeurigheid tweede afgeleiden te bepalen.

Hellingen of liever hoekveranderingen zijn echter ook zeer gemakkelijk te bepalen, en wel met een methode die veel overeenkomst vertoont met de gewone spiegelaflezing. Om hieruit de tweede afgeleiden van de doorbuigingen te vinden is slechts één maal differentiëren nodig, zodat aan de waarnemingsnauwkeurigheid van de hoekveranderingen geen overdreven zware eisen worden gesteld.

## Bepaling van de hoekveranderingen

Om de hoekveranderingen te kunnen meten, is het hier gebruikte plaatmodel aan één kant spiegelend uitgevoerd. De spiegelaflezing geschiedt nu in een vlak V, dat daartoe van de een of andere liniëring voorzien moet zijn. Het punt P van de plaat wordt door een objectief O op het matglas van de camera afgebeeld (Fig. 2). Zolang de plaat onbelast is, wordt het punt Q van het vlak V op deze zelfde plaats weerspiegeld.

Door het aanbrengen van een belasting op het plaatmodel ondergaat echter het punt P een kleine hoekverdraaiing $\varphi$. Tengevolge hiervan wordt nu niet meer Q, doch een ander punt (R) in S op het matglas afgebeeld. De afstand QR is natuurlijk een maat voor de hoekverdraaiing $\varphi$. (Zoals gemakkelijk is in te zien heeft de doorbuiging op deze afstand practisch geen invloed). Is de vorm van het vlak V gegeven, dan is het mogelijk QR in $\varphi$ uit te drukken. Voor een plat vlak V is met

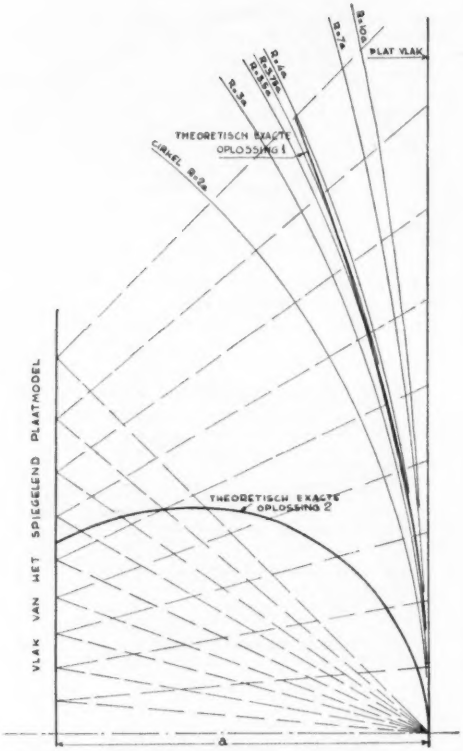



**Fig. 3.** Vormen van het vlak $V$ waardoor exact voldaan wordt aan $QR = a\varphi$ en enkele daarmee vergeleken cirkelcylinder-oppervlakken.

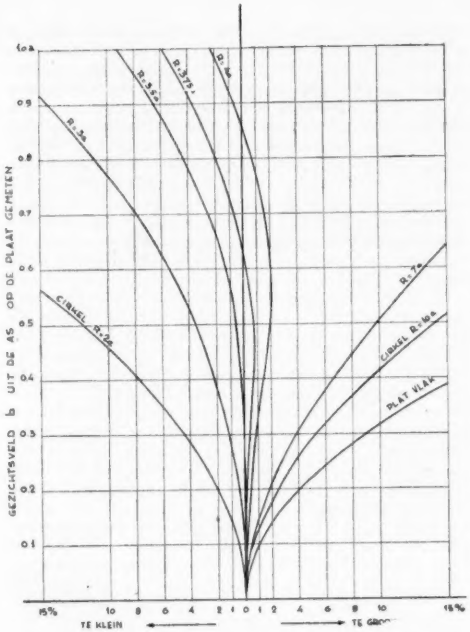



**Fig. 4.** Grafieken van de fout die gemaakt wordt door de formule $QR = 2\,a\varphi$ toe te passen bij verschillende vormen van het vlak $V$.

grote benadering $QR = 2\,a\varphi\,(1 + b^2/a^2)$. We zien in dit voorbeeld reeds, dat de term $b^2/a^2$ vrij klein is, en deze opmerking leidt vanzelf tot de gedachte, de vorm van het vlak V zodanig te kiezen, dat deze formule de eenvoudige gedaante $QR = 2\,a\varphi$ krijgt. Inderdaad levert dit geen grote moeilijkheden op. Door grafische integratie van de optredende differentiaalvergelijking is het gemakkelijk twee oppervlakken te construeren, waarbij voor kleine waarden van $\varphi$ de vergelijking $QR = 2\,a\varphi$ geheel exact is. Deze beide oppervlakken zijn in fig. 3 aangegeven. Een van beide (2) is zeer sterk gekromd, en is voor toepassing niet erg bruikbaar. Het andere (1) lijkt zeer veel op een rechte cirkelcylinder met een straal $R = 3{,}5a$ en geeft een practisch zeer aanvaardbare oplossing. Van verschillende cirkelvormige oppervlakken is ook nagegaan welke fout gemaakt wordt, door hier de formule $QR = 2\,a\varphi$ toe te passen. De resultaten zijn in fig. 4 te vinden. Een cirkel met een straal $R = 3{,}5\,a$ blijkt een zeer bruikbare benadering te zijn. Bij een gezichtsveld $b = 0{,}40a$ uit de as is de fout nog nergens groter dan 0,3%, een fout, die ook door de doorbuiging of de niet volmaakte liniëring van het vlak V reeds gemakkelijk kan worden gemaakt.

Het zou mogelijk zijn, de afstand QR te bepalen, door twee foto's van het vlak V te vervaardigen, zoals dit wordt weerspiegeld in de onbelaste en in de belaste plaat. De uitwerking zou dan echter zeer bewerkelijk worden, terwijl de bereikbare nauwkeurigheid niet in evenredigheid met het eraan bestede werk zou zijn. Een dergelijke methode is door G. Bowen toegepast [4]). Hij ging ter vereenvoudiging van de uitwerking uit van een optisch vlak plaatmodel, zodat rechtstreeks de vervormingen van een op V getekend ruitennet konden worden gemeten. Hiervoor was een speciaal zeer kostbaar optisch meetapparaat ontwikkeld. Het heeft wel zeer grote moeilijkheden gegeven om het optisch vlakke plaatmodel op zodanige wijze in te spannen, dat aan alle randvoorwaarden voldaan is, en het model toch geheel vlak bleef. Uiteindelijk is dit nagestreefde ideaal dan ook niet bereikt, en was toch een nulstandsmeting nodig.

Het is veel gemakkelijker QR te bepalen door de beide foto's van het gereflecteerde vlak V over elkaar heen te nemen, en de liniëring van V zodanig te kiezen, dat er bij de superpositie een duidelijk „Moiré effect" optreedt [5]). Lijnen met een gelijke waarde van QR, dus ook van $\varphi$ kunnen we dan waarnemen als interferentiestrepen, evenals in de nevenstaande fig. 5, waarin de lijn $m_o$ alle punten verbindt, waar $l_1$ en $k_1$, $l_2$ en $k_2 \ldots l_n$ en $k_n$ elkaar snijden. Op dezelfde wijze verbindt $m^{-1}$ alle punten waar $l_1$ en $k_2$ enz. elkaar snijden enz. Het is duidelijk dat als de lijnen $l_n$ de afbeelding vormen van het vlak V voordat het model belast is, en de lijnen $k_n$ de overeenkomstige afbeelding na het aanbrengen van de belasting, dat dan op die plaatsen waar in het geheel geen hoekverdraaiing optreedt, de beide lijnen blijven samenvallen. Ook daar waar een zodanige hoekverdraaiing optreedt, dat QR juist een geheel aantal malen de streepafstand bedraagt, vallen de lijnen weer samen. Voor de tussengelegen waarden van QR vallen de beide beelden niet geheel samen, zodat op de foto geen scherpe afbeelding wordt verkregen. Het blijkt nu, dat op de foto's de lijnen, waarlangs QR ½, 1½, 2½ enz. maal de streepafstand bedraagt, het duidelijkst kunnen worden waargenomen.

Om het Moiré effect zo duidelijk mogelijk te laten optreden

[4]) G. Bowen, Mirrored model gives slab moments; Engineering News Record, 7 July 1949 pag. 70.

[5]) Enkele eenvoudige toepassingen van het Moiré effect worden o.a. besproken in R. Weller en B. M. Shepard, Displacement measurement by mechanical interferometry; Proceedings of the Society for Experimental Stress Analysis, Vol. VI, Part 1, pag. 35 e.v. Het Moiré effect is een algemeen bekend verschijnsel, en is b.v. in vitrage gordijnen vaak zeer duidelijk waar te nemen.

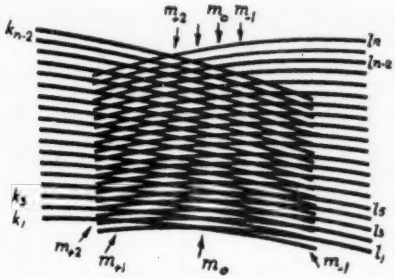



Fig. 5. Moiré-effect.

is het wenselijk het vlak V van een liniëring te voorzien van strepen, die even dik zijn als de witte tussenruimte daartussen. Een nauwkeurige uitvoering van deze liniëring is natuurlijk van groot belang, daar hiervan de bereikbare meetnauwkeurigheid geheel afhankelijk is.

Willen we controleren of in dit opzicht aan alle eisen voldaan is, dan kunnen we een proeffoto maken van het gelinieerde vel papier, en na dit een kleine draaiing (b.v. $^1/_{20}$) te hebben gegeven, hieroverheen een tweede foto. De Moiré strepen die dan ontstaan moeten recht en equidistant zijn.

Op de boven aangegeven wijze is het mogelijk van een plaatmodel een foto te verkrijgen, waarop Moiré lijnen voorkomen die als hoogtelijnen voor $\varphi$ op te vatten zijn. Als de liniëring loopt in de X richting dan komt $\varphi$ overeen met $\frac{\partial w}{\partial y}$. Het verschil in $\frac{\partial w}{\partial y}$ tussen twee opeenvolgende interferentielijnen bedraagt $\frac{d}{2a}$, waarin $d$ het liniëringsinterval van het vlak V voorstelt (d.w.z. de liniëring bestaat uit zwarte lijnen, die $\frac{1}{2}d$ breed zijn, gescheiden door evenbrede witte lijnen). Natuurlijk is het niet wenselijk, de belasting zo hoog op te voeren, dat op een plaats waar gemeten moet worden de afstand tussen de interferentielijnen kleiner wordt dan het liniëringsinterval. Zou dit het geval zijn, dan is nauwkeurig meten niet meer mogelijk.

### Bepaling van de tweede afgeleiden uit de hoekverdraaiingen

Om de momenten te kunnen vinden, moeten we de grootte van $\frac{\partial^2 w}{\partial x^2}$, $\frac{\partial^2 w}{\partial y^2}$ en $\frac{\partial^2 w}{\partial x\,\partial y}$ kennen. Het is nu niet moeilijk om uit de gevonden hoogtelijnen voor $\frac{\partial w}{\partial y}$ twee van deze drie tweede afgeleiden te bepalen. Men stelt hiertoe een grafiek samen van het verloop van $\frac{\partial w}{\partial y}$ in Y resp. X richting. De hellingen hiervan geven $\frac{\partial^2 w}{\partial y^2}$ resp. $\frac{\partial^2 w}{\partial x\,\partial y}$ zoals in fig. 6 duidelijk is aangegeven.

Het is gemakkelijk in te zien, dat het hierbij niet nodig is, de plaats te bepalen waar $\frac{\partial w}{\partial y} = 0$ is gebleven. De bepaling van het *teken* van de tweede afgeleide zal wel nooit moeilijkheden opleveren.

Direct blijkt nu, dat de verkregen interferentiefiguur ook op het oog gemakkelijk te interpreteren is, daar de hellingen natuurlijk het grootst zijn, daar waar de interferentiestrepen in de betreffende richting het dichtst bij elkaar liggen. Ook voor een snelle, niet al te nauwkeurige uitwerking kunnen we hiervan gebruik maken, door de berekende afstand van de interferentiestrepen voor een bepaalde gekozen waarde van de gezochte tweede afgeleide tussen de benen van een steekpasser te nemen. We zoeken nu plaatsen op, waar in de goede richting deze afstand bereikt wordt, en plaatsen daar midden tussen de benen een stip. We vinden zo gemakkelijk een aantal punten van de

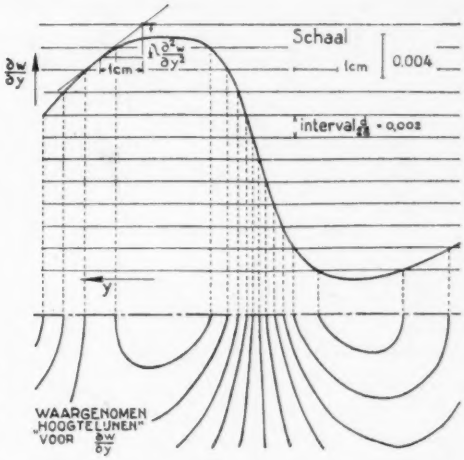



Fig. 6. Bepaling van $\frac{\partial^2 w}{\partial y^2}$ uit de interferentie figuur.

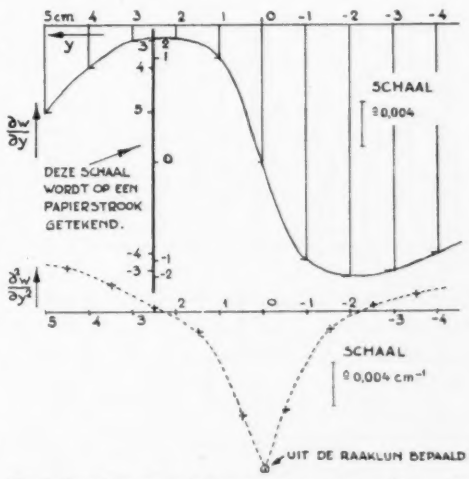



Fig. 7. Bepaling van de hellingen uit $f(x + \frac{1}{2}) - f(x - \frac{1}{2})$.

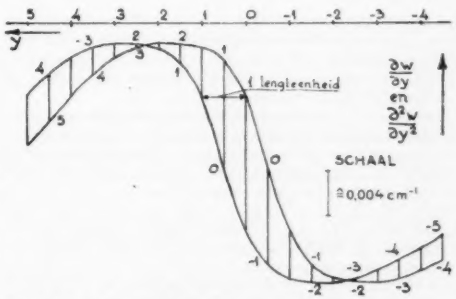



Fig. 8. Bepaling van de hellingen volgens SLABY, door de kromme te verschuiven.

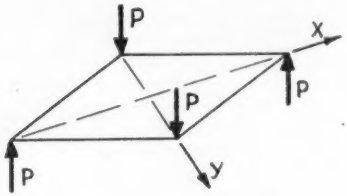



**Fig. 9.** Vierkante proefplaat.

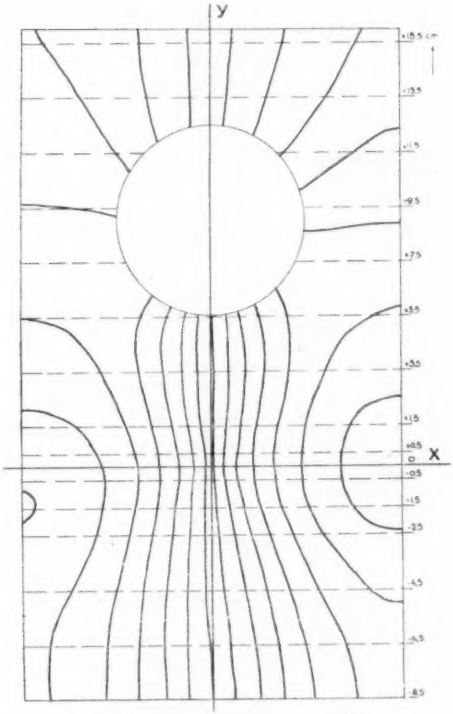



**Fig. 10.** „Hoogtelijnen" voor $\frac{\partial w}{\partial x}$.
Last $P = 1{,}5$ kg op $x = o$, $y = o$
Interval $\frac{d}{2a} = 0{,}002$ $K = 94$ kgcm.

lijn, waarlangs de tweede afgeleide b.v. 0,001, 0,002, 0,003 $cm^{-1}$ c enz. bedraagt („steekpassermethode"). Op plaatsen waar de tweede afgeleide snel verandert vinden we vaak nogal weinig punten van deze lijnen, terwijl in de buurt van maxima de meetnauwkeurigheid wel heel gering is.

Voor een nauwkeurige uitwerking is dus de andere methode aangewezen, die echter door de hellingen op een snelle manier te bepalen ook in zeer korte tijd uit te voeren is. Hoewel we eigenlijk de helling van de raaklijn moeten bepalen, is overal behalve in de onmiddellijke omgeving van de buigpunten de benadering $f(x + \frac{1}{2}) - f(x - \frac{1}{2})$ binnen de meetnauwkeurigheid gelijk aan $f'(x)$. Door deze waarden zoals op fig. 7 is aangegeven op een papierstrook over te nemen, en daarna achtereenvolgens de afstand 3—4 bij $y = 3{,}5$ uit te zetten enz. wordt direct op zeer snelle wijze de grafiek van tweede afgeleide verkregen. Bij een buigpunt wordt natuurlijk gewoon de helling van de raaklijn bepaald.

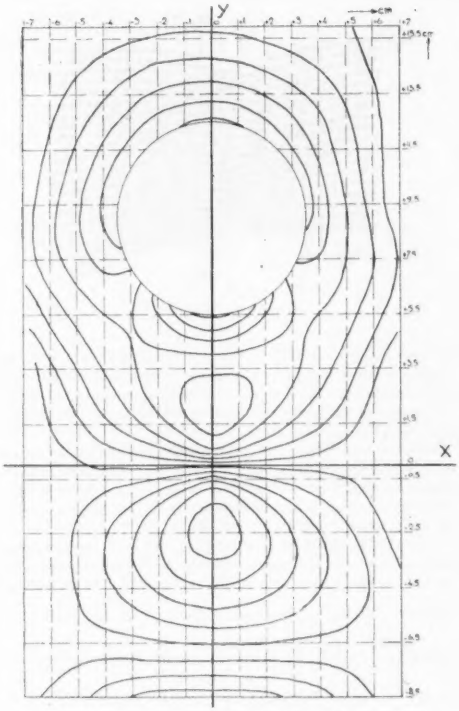



**Fig. 11.** „Hoogtelijnen" voor $\frac{\partial x}{\partial y}$.
Last $P = 6{,}0$ kg op $x = o$, $y = o$
Interval $\frac{d}{2a} = 0{,}002$ $K = 94$ kgcm

Op een iets andere manier kunnen we precies hetzelfde doen met de methode van SLABY, die uit fig. 8 wel duidelijk zal zijn. De kromme wordt hierbij overgetrokken op een stuk transparantpapier en dan over een lengte-eenheid verschoven. Ook hier moet bij de buigpunten weer de helling van de raaklijn zelf bepaald worden.

Uit een tweede foto, waarbij de strepen van het vlak V evenwijdig aan de Y as gericht zijn, kunnen we natuurlijk op geheel dezelfde wijze $\frac{\partial^2 w}{\partial x^2}$ en desgewenst nogmaals $\frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y}$ afleiden. Hiermee zijn alle nodige gegevens verkregen om op ieder punt van de plaat $m_x$, $m_y$ en $m_{xy}$ te bepalen, mits de elasticiteitsconstanten van het modelmateriaal bekend zijn. In vele gevallen zal dit laatste niet het geval zijn. Er bestaat dan een mogelijkheid om rechtstreeks K te bepalen, door met de boven omschreven methode een bekend geval na te rekenen. Hiertoe leent zich wel in het bijzonder het eenvoudigste geval uit de platentheorie, nl. een vierkante plaat, die zoals in fig. 9 is aangegeven in de vier hoeken door een puntlast is belast. Nemen we de diagonalen als coördinaatassen, dan is overal $m_x = -m_y = \frac{1}{2}P$, terwijl $m_{xy} = 0$.

Het interferentiebeeld zal dus bestaan uit evenwijdige strepen, die een constante onderlinge afstand s vertonen. We kunnen dan gemakkelijk berekenen dat $K = \frac{P}{2} \cdot \frac{s}{(1-\nu)} \cdot \frac{2a}{d}$, waarin $\frac{d}{2a}$ het interval tussen twee interferentielijnen voorstelt. Aangenomen is dus, dat de contractiecoëfficiënt wel bekend is.

Een bijkomend voordeel van deze methode is, dat we een goede indruk krijgen van de mate, waarin K over de gehele

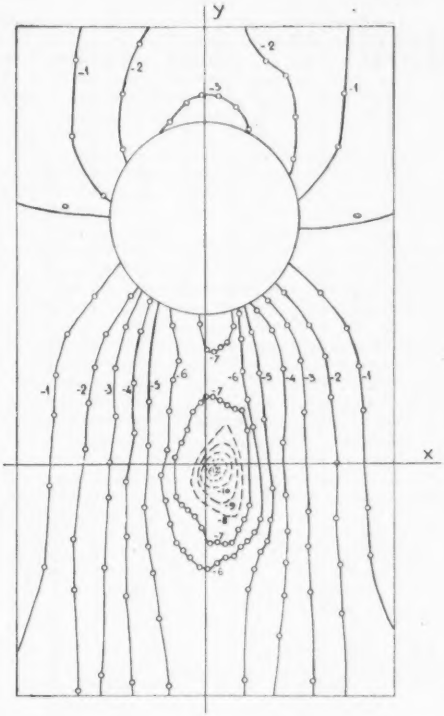



**Fig. 12.** „Hoogtelijnen" voor $\frac{\partial^2 w}{\partial x^2}$ (Steekpassermethode)
Last $P = 3{,}0$ kg op $x = o$, $y = o$
Cijfers in $10^{-3}$cm$^{-1}$

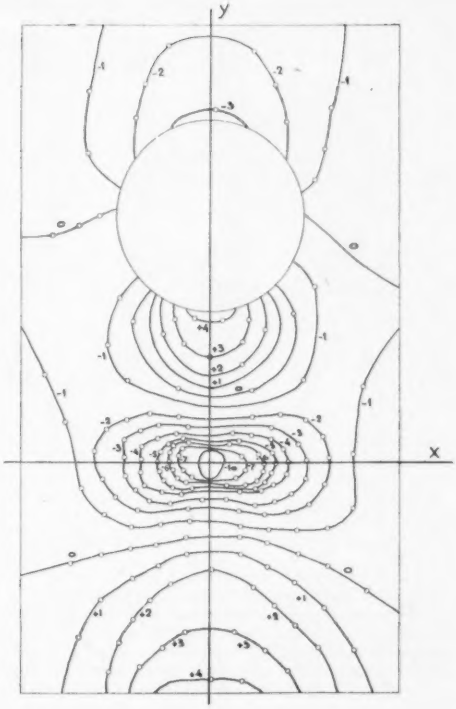



**Fig. 13.** „Hoogtelijnen" voor $\frac{\partial^2 w}{\partial y^2}$ (Steekpassermethode).
Last $P = 6{,}0$ kg op $x = o$, $y = o$
Cijfers in $10^{-3}$cm$^{-1}$ $K = 94$ kgcm

plaat constant is. Kleine dikteafwijkingen kunnen nl. op K reeds een grote invloed hebben, daar de dikte hierin tot de derde macht voorkomt.

## Uitgewerkt voorbeeld

Om te laten zien, wat met de hiervoor beschreven methode bereikt kan worden volgt hier een volledig uitgewerkt voorbeeld.

Een plaatmodel vervaardigd van perspex, afmetingen 14 × 24,5 cm, is aan de lange zijden scharnierend opgelegd. De korte zijden zijn geheel vrij. In de plaat bevindt zich een cirkelvormige opening, met een diameter van 7 cm, waarvan het middelpunt 7 cm van een korte en van beide lange zijden verwijderd is. Deze plaat is belast door een puntlast, die zich midden tussen de beide lange zijden, op 8,5 cm van de andere korte zijde bevindt.

De proefopstelling was zodanig ingericht, dat $\frac{d}{2a}$ juist 0,002 bedroeg. Technische details over de opstelling volgen later.

Allereerst moeten natuurlijk foto's gemaakt worden. De gevonden hoogtelijnen voor $\frac{\partial w}{\partial x}$ en $\frac{\partial w}{\partial y}$ zijn in fig. 10 resp. 11 weergegeven. [6]). Bij een belasting met 3 kg waren onder de last de hoogtelijnen voor $\frac{\partial w}{\partial x}$ niet meer voldoende duidelijk te onderscheiden, daar ze elkaar te dicht naderen. Voor de verder van de puntlast verwijderde gedeelten gaf echter deze foto (hier niet weergegeven) veel nauwkeuriger gegevens.

In grote trekken is het verloop van de tweede afgeleiden reeds direct uit deze figuren zichtbaar. Bij nauwkeurige beschouwing van fig. 11 blijkt het, dat de scharnieropleggingen wèl enigszins zijn doorgebogen, hetgeen eigenlijk niet de bedoeling was.

Met de steekpassermethode zijn vervolgens uit de hoogtelijnen voor $\frac{\partial w}{\partial x}$ (met $P = 3$ kg) en voor $\frac{\partial w}{\partial y}$ (met $P = 6$ kg, zie fig. 11) lijnen geconstrueerd voor gelijke waarden van $\frac{\partial^2 w}{\partial x^2}$ en $\frac{\partial^2 w}{\partial y^2}$, die in fig. 12 en 13 te vinden zijn. De meeste waargenomen punten zijn met cirkeltjes aangegeven. Het is wel te zien, dat in de buurt van de puntlast de nauwkeurigheid van deze methode vrij veel te wensen overlaat. Dit is ook begrijpelijk als we de tussen de passer te nemen streepafstanden nagaan:

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 afgeleide . . . . . | 0,001 | 0,002 | 0,003 | 0,004 | 0,005 | 0,006 | 0,007 | 0,008 | cm$^{-1}$ |
| streepafstand . . . . . | 2 cm | 1 cm | 0,67 cm | 0,50 cm | 0,40 cm | 0,33 cm | 0,286 cm | 0,25 cm | cm |

enz. Het is natuurlijk niet doenlijk, de streepafstanden van betrekkelijk vage interferentielijnen in tiende delen van mm te meten.

Daarom zijn dan ook alle tweede afgeleiden voor een aantal

[6]) Daar de foto's zich zeer slecht voor reproductie lenen, zijn ze overgetekend. In het algemeen is het trouwens bij de uitwerking zeer gemakkelijk, de foto's onder een vergrotingsapparaat op w.g. van het model over te tekenen.

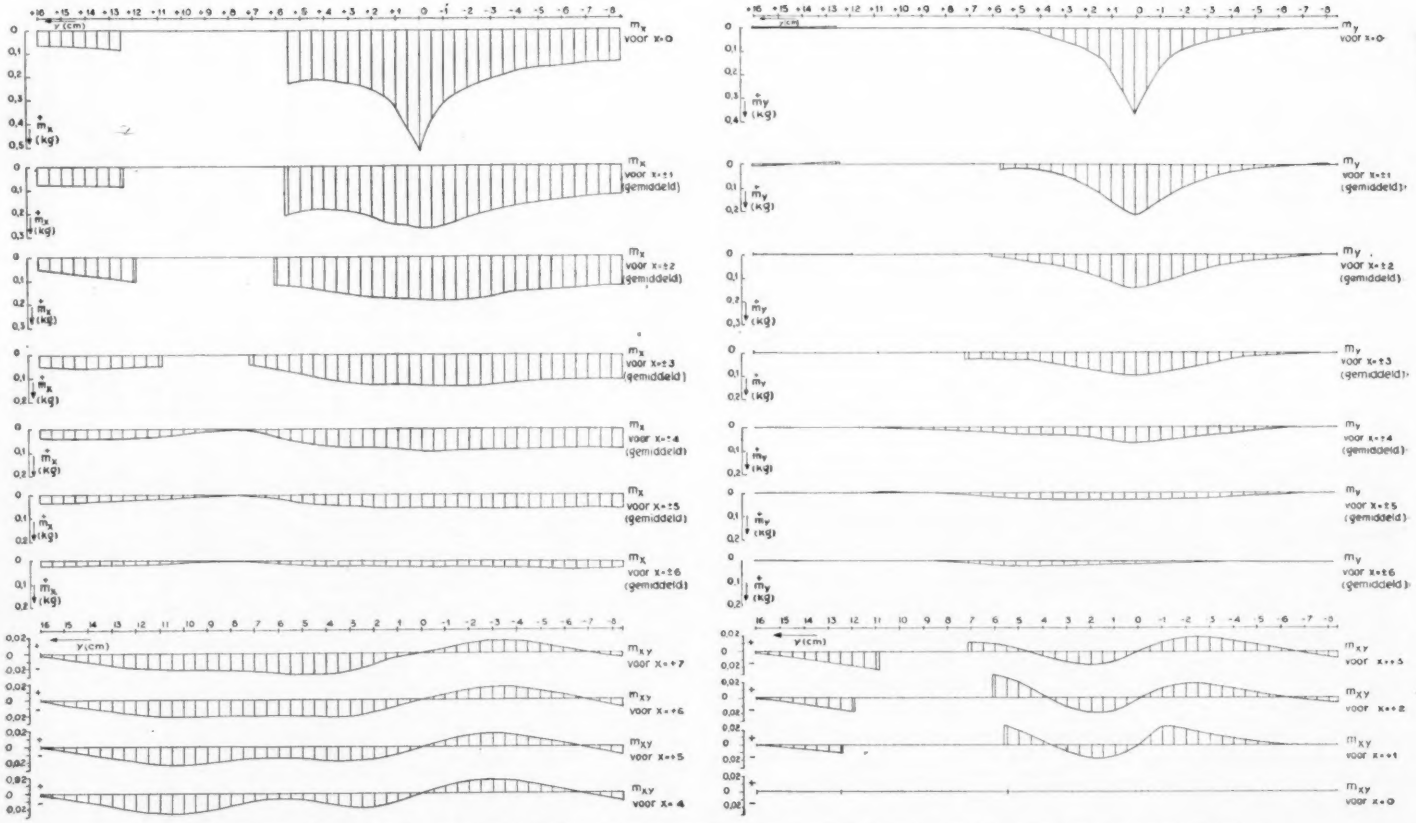



**Fig. 14.** Momenten $M_x$, $M_y$, en $M_{xy}$ voor verschillende doorsneden omgerekend op $P = 1$ kg. Voor $M_{xy}$ geldt bij negatieve $x$ het omgekeerd teken.

doorsneden nogmaals bepaald met de methode zoals die in fig. 7 is aangegeven. De resultaten van deze berekening zijn hier, om niet te veel ruimte in beslag te nemen, niet weergegeven. Wel zijn de hieruit bepaalde momenten $m_x$, $m_y$ en $m_{xy}$ in fig. 14 verenigd. Al deze momenten zijn herleid op een puntlast van 1 kg en voor een aantal doorsneden evenwijdig aan de Y as uitgezet.

De voor deze berekening nodige stijfheidsfactor K werd uit een vierkant proefplaatje bepaald. Uit drie foto's met verschillende belastingen werden achtereenvolgens gevonden $K = 85{,}6$, $K = 93{,}7$ en $K = 91{,}8$ kgcm, gemiddeld $K = 90{,}4$ kgcm. Het proefplaatje was zeer goed constant van dikte, ($h = 0{,}306$ cm). Daar het model een iets grotere dikte bezat ($h = 0{,}310$ cm) is hiervoor gerekend $K = 94$ kgcm. Voor de berekening is $\nu = {}^1/_3$ gesteld, hetgeen gezien het feit, dat als we hiermee rekenen $m_y$ langs de vrije randen werkelijk $= 0$ wordt, blijkbaar ongeveer goed is.

Uit een vierpuntsbuigproefje werd de E bepaald. Het resultaat $E = 33000$ kg/cm² komt zeer goed overeen met de uit K gevonden waarde 33500 kg/cm². Geheel lineair is overigens het trekdiagram van het gebruikte materiaal (perspex) niet, bij een zeer geringe belasting werd $E = 37000$ kg/cm² gevonden.

Het hier behandelde voorbeeld laat een eenvoudige evenwichtscontrôle toe. Voor iedere waarde van $x$ is namelijk het totale moment uit statische overwegingen bekend.

Voor de verschillende doorsneden werd gevonden: (alles omgerekend op $P = 1$ kg).

| $X$ | $M = \frac{1}{2}P.(7-x)$ | $M$ (waargenomen) |
|---|---|---|
| 0 cm | 3,50 kgcm | 3,44 kgcm |
| 1 cm | 3,00 kgcm | 3,08 kgcm |
| 2 cm | 2,50 kgcm | 2,61 kgcm |
| 3 cm | 2,00 kgcm | 2,05 kgcm |
| 4 cm | 1,50 kgcm | 1,48 kgcm |
| 5 cm | 1,00 kgcm | 0,91 kgcm |
| 6 cm | 0,50 kgcm | 0,52 kgcm |

De gevonden overeenstemming is zeer bevredigend.

## Enige technische bijzonderheden

De voor de in het bovenstaande beschreven proef gebruikte opstelling is in fig. 15 weergegeven. Het vlak V is gebogen met een straal $3{,}5a$ en is draaibaar opgesteld om de strepen gemakkelijk in iedere richting te kunnen zetten. Dank zij de welwillendheid van de Leerdamse glasfabriek beschikten wij over enige vellen gelinieerd papier met een streepafstand $d = \frac{50}{22}$ mm $= 2{,}27$ mm. [7]). Daar het bij de uitwerking gemakkelijk is, als $\frac{d}{2a}$ een ronde waarde heeft, is $a = 56{,}8$ cm gekozen, zodat $\frac{d}{2a} = 0{,}002$.

Als fototoestel werd een $9 \times 12$ Zeiss Ikon platencamera gebruikt, met een Tessar $1:4{,}5$ $F = 13{,}5$ objectief. Daar het objectief sterk moet worden gediafragmeerd, worden voor deze methode hieraan geen hoge eisen gesteld.

Oorspronkelijk werden de foto's gemaakt op normale platen (Agfa Isopan F). Hoewel op de zo verkregen foto's het interferentieverschijnsel wel zichtbaar was, was het verkregen beeld niet als geheel overzichtelijk, daar de gemiddelde zwarting van alle delen van de plaat practisch dezelfde was. Door gebruik te maken van proces platen (Gevaert process extra Ortho) bleek het mogelijk een groot contrast te krijgen tussen de plaatsen waar de strepen van het vlak V scherp worden afgebeeld en die waar deze zo vaag mogelijk zijn. Het uitwerken van de foto's wordt daardoor veel minder vermoeiend, terwijl de foto's even overzichtelijk worden als de getekende figuren 10 en 11. Bij een dergelijk hard fotografisch materiaal is een gelijkmatige verlichting van het vlak V wel van groot belang, evenals een juiste keuze van de belichtingstijd (die door proberen gemakkelijk te vinden is).

[7]) Inmiddels heeft de schrijver dergelijk, voor dit doel zeer geschikt papier laten drukken. Mocht een der lezers met de hier beschreven methode willen experimenteren, dan kunnen wij hem zonder bezwaar enkele vellen afstaan.

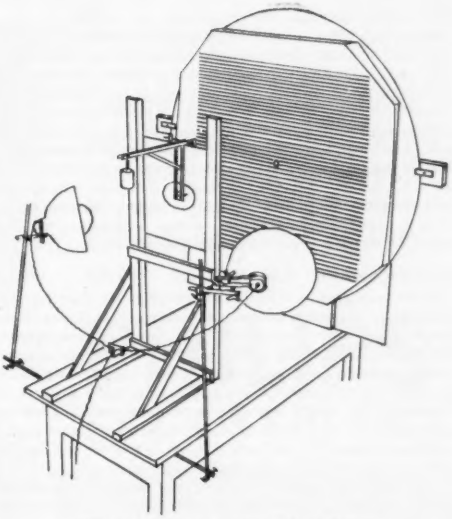


**Fig. 15.** Schets v.d. gebruikte opstelling.

Als modelmateriaal is vrijwel ieder materiaal te gebruiken, dat op enigerlei wijze aan een kant spiegelend kan worden gemaakt. Het spreekt vanzelf, dat alleen oppervlaktespiegels gebruikt kunnen worden, daar anders het interferentieverschijnsel te veel verstoord wordt. Glas is heel goed te gebruiken, en heeft het voordeel dat het zeer gemakkelijk te verzilveren is. Bovendien is glas meestal vrij homogeen. Dunne glasplaten zijn echter vaak zeer ongelijk van dikte, terwijl dikke platen wegens de hoge elasticiteitsmodulus een gevoeliger opstelling vereisen, met b.v. $\frac{d}{2a} = 0{,}001$ of $0{,}0005$. Op zichzelf is dit laatste geen bezwaar, maar de opstelling wordt nogal lang, en de afbeelding van het plaatmodel op het matglas klein [8]). Goed instellen wordt daardoor lastiger en er worden hoge eisen aan het oplossend vermogen van de fotografische plaat gesteld. Een ander nadeel van glas is de moeilijke bewerkbaarheid. Een model van enigszins gecompliceerde vorm is bijna niet meer te maken. Vele plastic materialen zijn dan ook veel beter voor het maken van plaatmodellen geschikt. Meestal wordt in ons laboratorium Perspex gebruikt, dat zeer gemakkelijk bewerkbaar is. Daar staat weer tegenover, dat het verzilveren van dit materiaal wat meer moeilijkheden oplevert. De meeste glashandels kunnen dit echter voor een klein bedrag verzorgen. Ook goed gepolijste metaalplaat b.v. messingplaat is goed te gebruiken. Krassen en dergelijke mogen echter niet voorkomen, daar anders het interferentiebeeld zeer veel minder duidelijk wordt. De met een metalen model bereikbare nauwkeurigheid zal vaak iets minder groot zijn, omdat een dergelijk model dun is, en de doorbuigingen gemakkelijk van dezelfde orde van grootte als de plaatdikte worden. De platentheorie gaat dan niet meer geheel op.

Door het moiré-effect worden rechtstreeks hoekverdraaiingen gemeten. Het is dus *niet* nodig dat het model geheel vlak is. Natuurlijk mag het tijdens de proef niet uitbuilen. Bij dunne metaalplaat komt dit laatste wel eens voor.

Het aanbrengen van de belastingen zal in de meeste gevallen geen moeilijkheden opleveren. De lasten zijn slechts gering (enkele kg) zodat puntlasten gemakkelijk met een hefboompje uit Meccano-onderdelen kunnen worden aangebracht. Een

[8]) Door een spiegel in de stralengang in te schakelen zijn deze bezwaren wel te ondervangen, de opstelling wordt echter gecompliceerder, en het vlak V moet zeer grote afmetingen krijgen.

volbelasting kan vaak zeer gemakkelijk met luchtdruk worden verkregen (bij de tot nu toe hier onderzochte modellen variërende tussen 10 en 50 g/cm²), of anders door een van hefboompjes afkomstige belasting met sponsrubber gelijkmatig te verdelen.

Fouten in de opstelling planten zich in het algemeen niet sterk voort, een fout in de afstand a b.v. geeft in de resultaten slechts een procentuele fout die even groot is. Van belang is echter, te zorgen dat het fototoestel onbeweeglijk vaststaat; is dit niet het geval, dan is het niet mogelijk betrouwbare resultaten te krijgen. Ook mag natuurlijk een plaat niet uit het toestel verwijderd worden tussen het maken van twee op elkaar te superponeren foto's in, terwijl de instelling van het objectief in geen geval veranderd mag worden.

**Slotbeschouwing**

In het voorgaande is een zeer eenvoudige methode beschreven, om de momenten in platen te bepalen. Voor de practische toepassing is het van groot belang, dat de benodigde apparatuur zo eenvoudig is; fig. 15 spreekt in dit opzicht voor zichzelf.

Wel is het voor een doeltreffende toepassing van deze onderzoekmethode noodzakelijk, dat de gemaakte foto's direct en bij voorkeur in de naaste omgeving ontwikkeld worden. Daar het spanningsbeeld eerst op de foto's zichtbaar wordt, is het anders volstrekt onmogelijk om na te gaan of de grootte van de aangebrachte belastingen geschikt gekozen is.

Voor de uitwerking is het beschikken over een vergrotingsapparaat een groot gemak. In dit geval is het namelijk mogelijk de gemaakte foto's over te tekenen op ware grootte van het model, waardoor onnodige complicaties vermeden worden. In geval van nood kan men ook wel door een fotograaf vergrotingen laten maken, of van het voor de opname gebruikte fototoestel een vergrotingsapparaat improviseren. Contactafdrukken zijn voor de uitwerking niet te gebruiken, daar ze veel te klein zijn.

Het maken van de modellen levert vrijwel geen moeilijkheden op. Daar echter het verzilveren niet zo gemakkelijk is, is het aan te raden dit door een glashandel te laten verzorgen. In spoedgevallen is goed gepoetste messingplaat een zeer geschikt modelmateriaal.

Twee foto's zijn voldoende om de spanningstoestand geheel vast te leggen. Deze zijn reeds direct zeer overzichtelijk. Na uitwerking is het mogelijk hieruit de momenten met een vrij redelijke nauwkeurigheid, die echter van verschillende omstandigheden afhangt, te bepalen. In niet te ongunstige gevallen kan hierbij een fout van $\pm 5\%$ van het maximale moment bereikt worden. [9]) Het zal niet vaak voorkomen dat in de practijk een grotere nauwkeurigheid nodig is. Bij inklemmingsmomenten moet bij het maken van de grafiek, die het verband tussen $\frac{\partial w}{\partial x}$ en $x$ aangeeft vaak even geëxtrapoleerd worden, hetgeen tot gevolg kan hebben, dat hier de meetnauwkeurigheid wat kleiner is.

[9]) Deze schatting is geverifieerd door in een aantal gevallen een evenwichtscontrôle uit te oefenen, die steeds een bevredigend resultaat opleverde. Ook het onderzoek van het theoretisch bekende geval van een volbelaste plaat in de vorm van een gelijkzijdige driehoek, die aan de randen scharnierend is opgelegd, voldeed in dit opzicht geheel aan de verwachtingen.

Ook in de naaste omgeving van een puntlast is de methode niet zo nauwkeurig. Dit is echter op geen enkele wijze te ondervangen, daar de plaattheorie geldt voor het middenvlak van de plaat, en we steeds aan het oppervlak meten. Bovendien geldt in dergelijke gebieden ook de plaattheorie, waarvan we hier overigens steeds zijn uitgegaan, niet meer geheel, omdat de spanningen loodrecht op de plaat een te grote betekenis krijgen.

Hoewel de dwarskrachten ook uit de doorbuigingen kunnen worden afgeleid, is het toch niet mogelijk deze met de hier behandelde methode met een redelijke nauwkeurigheid te bepalen. Hiervoor moeten namelijk derde afgeleiden van de doorbuigingen, en dus tweede afgeleiden van de waargenomen hellingen worden bepaald. Meestal zal dit geen nauwkeuriger resultaat geven, dan door een schatting bereikbaar is.

Het plaatmodel zal in de meeste gevallen op verkleinde schaal worden uitgevoerd. Daar de momenten per eenheid van lengte de dimensie van een kracht hebben, zullen deze bij gelijkblijvende totale belasting van de plaat ook niet veranderen. Wordt de totale belasting $p$ maal zo groot en de plaatafmeting $n$ maal zo groot, dan worden de momenten in de werkelijke plaat $p$ maal de in het model gevonden waarden. Is in beide gevallen de belasting uitgedrukt per eenheid van oppervlak, dan komt hier natuurlijk een factor $n^2$ bij.

In vele gevallen zal het niet mogelijk zijn, het model te vervaardigen van een materiaal, dat dezelfde waarde van $\nu$ heeft, als de uit te voeren constructie. Hoewel $\nu$ niet in de differentiaalvergelijking van de plaat voorkomt, heeft deze toch een zekere invloed op de spanningstoestand, omdat aan de randvoorwaarden voldaan moet worden. In het algemeen zal wel geen grote fout gemaakt worden door de gevonden momenten aan te houden. Aan het evenwicht is nu in ieder geval voldaan. In een enkel geval zou het mogelijk zijn, exacte uitkomsten te verkrijgen (b.v. bij inklemming van alle randen) door de gevonden tweede afgeleiden van de doorbuigingen aan te houden. Daar in dit geval bij gelijkblijvende waarde van $q/K$ ($q$ is de belasting per oppervlakte eenheid) de doorbuigingen niet veranderen, kunnen we nu de momenten bepalen met de $K$ van het plaatmodel en de $\nu$ van het te gebruiken bouwmateriaal. Daar waar $\nu$ in de randvoorwaarden voorkomt, is dit laatste natuurlijk niet mogelijk.

De hier beschreven meetmethode zal misschien ook nog wel op andere gebieden gebruikt kunnen worden. Zo zal het b.v. waarschijnlijk mogelijk zijn door toepassing van de plaatanalogie voor de spanningsfunctie van AIRY, hiermee vlakke spanningstoestanden te berekenen. In dit geval echter is er een andere methode (het photo-elastisch spanningsonderzoek) waarmee met minder moeite nauwkeuriger resultaten kunnen worden bereikt. Het zal n.l. wel niet zo gemakkelijk zijn in het model aan de hier vrij ingewikkelde randvoorwaarden te voldoen.

Min of meer voor de hand ligt ook de gedachte deze methode tot schaaldaken uit te breiden. Het maken van modellen wordt dan aanmerkelijk lastiger. De tot nu toe opgedane ervaringen hebben geleerd, dat alleen bij vouwschalen de momenten nog redelijkerwijs bepaald kunnen worden. Bij continue schalen hebben kleine modelfouten en belastingsafwijkingen te snel een storende invloed, zodat we in dit opzicht niet al te grote verwachtingen mogen hebben.

Inhoud TECHNISCH WETENSCHAPPELIJK ONDERZOEK 4: Symposium over apparaten voor het versnellen van electronen en ionen. I. Inleiding van het Symposium, door prof. dr H. B. DORGELO. II. De beweging der versnelde deeltjes in circulaire versnellers, door P. H. J. A. KLEIJNEN. Over een methode om door een eenvoudig experiment de momenten in stijve platen te bepalen, door ir F. K. LIGTENBERG.

VAKMANSCHAP

PRECISIE-
WERKTUIGEN

DE BESTE
KOELMIDDELEN

DE ONTBREKENDE
SCHAKEL

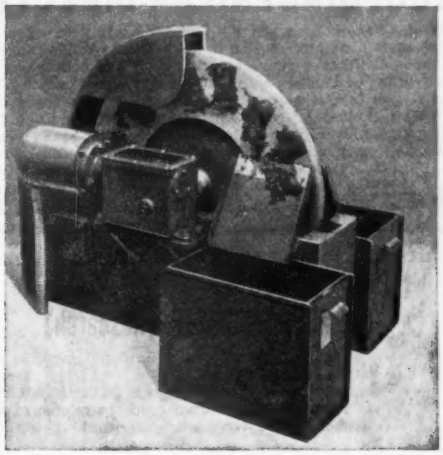
KWALITEITS-
SLIJPMATERIAAL

CONTROLE-
INSTRUMENTEN

UITSTEKEND
MATERIAAL

Ondanks ideale bedrijfsomstandigheden is het maken van een zeer glad bewerkt product uitgesloten, indien één belangrijke schakel vergeten is, n.l. de

# PHILIPS
## „CLARIFIER"



De Philips „Clarifier" is een automatisch-reinigend magnetisch filter, dat zelfs de kleinste ijzerdeeltjes aan de koelvloeistof onttrekt.
De productieketen, voor het verkrijgen van precisie-werk is dus pas gesloten, wanneer de Philips „Clarifier" daarbij is ingeschakeld.

*Op aanvraag zenden wij U gaarne een uitgebreide brochure.*

**N.V. PHILIPS' VERKOOP-MAATSCHAPPIJ VOOR NEDERLAND - EINDHOVEN**

# KÜHNLE KOPP & KAUSCH FRANKENTHAL (Pfalz.)

## VENTILATOREN -

*met hoog rendement*

**AXIAAL** met verliesvrije regeling
**RADIAAL** tot zeer groot vermogen

**Vert.: ERIKSSON - Hoogewal 2 - Den Haag**

**I. B. I. V., N.V.**
**INGENIEURS-BUREAU INGENEGEREN-VRIJBURG, N.V.**
Telegram-adres: IBIV
**Hoofdkantoor: Bandung,** 51 Djalan Dago. Tel. N.61 en Z. 689.
**Technisch Handelsbureau:** Vertegenwoordigers van Fabrikanten van Machines, Gereedschappen en Instrumenten voor Industrie, Mijnbouw, Cultures, Luchtvaart, Waterstaat, Spoorwegen, Electrotechniek, Laboratoria, enz. met **inkoopkantoor te Amsterdam:** N.V. Nederlands Ingenieurs-Bureau Ingenegeren-Vrijburg, N.I.B.I.V., Herengracht 545—549, tel. 33664.
**Adviesbureau** voor Bouw-, Stedenbouw- en Waterbouwkunde.

CPD

Gevraagd wordt een

## HOOFDINGENIEUR-DIRECTEUR

van de Wederopbouw en de Volkshuisvesting in de provincie Utrecht. Sollicitanten moeten in het bezit zijn van het ingenieursdiploma Delft, over ruime ervaring op het gebied van de volkshuisvesting beschikken en niet ouder zijn dan 45 jaar.
De aan de functie verbonden salarisschaal loopt van *f* 10.640,— p.j. tot *f* 11.840,— p.j., met een jaarlijkse verhoging van *f* 240.—.
Sollicitatiebrieven met volledige omschrijving van levensloop, opleiding en practische ervaring onder motto D/Diwe 50 aan de

CENTRALE PERSONEELSDIENST BEZUIDENHOUT 15 DEN HAAG

**LARGE AMERICAN COMPANY IN SAUDI ARABIA**
has openings for:

## CHEMICAL ENGINEER (Research)

(Must be Delft graduate. Position embraces operation of refinery including distilling, thermal reforming and stabilizing units, in the manufacture of refined products from crude petroleum as well as the necessary supporting services.)

## MARINE ENGINEER

(Must be M.T.S. or Delft graduate or equivalent education and training.)

## AREA ENGINEER

(Must be Delft graduate. Position embraces general maintenance and constructional engineering. Must be an experienced engineer and have worked on field engineering problems related to operations such as oil producing marine terminals and residential and industrial facilities. Must have a good knowledge of work methods and standard practices used by boilermakers, carpenters, pipefitters, and other craftsmen.)

## ENGINEER (Process)

(Must be M.T.S. or Delft graduate. Position embraces the making of engineering studies and tests, the analysis and evaluation of data so obtained and operating data, and the preparation of recommendations to improve process efficiency and equipment performance.)

Must read, write and speak English. Give full details on education, experience, etc.

Apply under letters E.E.E., to Nijgh & van Ditmar, Parkstraat 27, Den Haag.

BEIJNES BEVERWIJK

**Koninklijke Fabriek van Rijtuigen en Spoorwagens**
**J. J. Beijnes, N.V.**
**te Beverwijk.**

Op ons constructiebureau kan een

## INGENIEUR

met diploma T.H. Delft, een belangwekkende taak vinden, welke goede ontwikkelingsmogelijkheden en vooruitzichten biedt.
Gewenst wordt een minstens 3-jarige ervaring op een constructiebureau.

Tevens kunnen geplaatst worden enige

## JONGE INGENIEURS

met begrip en gevoel voor researchwerk op het gebied van de Wagonbouw.
Sollicitaties uitsluitend schriftelijk aan de Directie.

Op het

**CENTRAAL LABORATORIUM**

van de

# Staatsmijnen in Limburg

te **GELEEN**

kan op korte termijn worden geplaatst een

**TEKENAAR-CONSTRUCTEUR**

**die na gebleken geschiktheid zal worden belast met de leiding van de tekenkamer.**

Ervaring op het gebied van het ontwerpen van instrumenten en laboratoriumapparatuur is gewenst.

Uitvoerige sollicitaties met pasfoto, opgave van opleiding, levensloop en referenties, alsmede afschriften van cijferlijsten te richten aan:

**STAATSMIJNEN IN LIMBURG**

**Afd. Beambtenpersoneel**
**te HEERLEN.**

# staalconstructies

ELAND-BRANDT
LUNBAANSGRACHT 189
AMSTERDAM


**Beroep met zeer schone toekomst.**

BELANGRIJK.

Papierbedrijf uit België vraagt een

**INGENIEUR of TECHNICUS**

met zeer grote ervaring in de fabricage van kwaliteitspapier. Aanvraag met curriculum vitae dient gestuurd naar de Uitgever van dit blad onder nummer 938.

---

Zij, die in aanmerking wensen te komen voor de betrekking van

## DIRECTEUR-HOOFDINGENIEUR

van de Provinciale Waterstaat in Zuid-Holland

(jaarwedde, met inbegrip van de toelage op de voet van het Toelagebesluit 1951, f 11.777.- — f 13.982.-)

gelieven vóór 15 Maart 1952 hun gezegelde sollicitatie te zenden aan Gedeputeerde Staten der Provincie Zuid-Holland.

Persoonlijke kennismaking uitsluitend na oproeping.

---

**GEMEENTE UTRECHT**

Aan de M.T.S. voor mechanische technologie wordt met ingang van 1 September a.s. gevraagd:

**EEN LERAAR**
**in mechanische technologie**

(volledige betrekking). Diploma w.i. Delft vereist.

Salarisgrenzen voor een ingenieur met 3 jaren practijk: *f* 523,80 tot *f* 777,38 per maand, inclusief de thans geldende verhogingen.

Eigenhandig, op zegel, geschreven sollicitaties binnen 14 dagen na het verschijnen van dit blad te zenden aan Burgemeester en Wethouders.

---

## GEMEENTE 'S-GRAVENHAGE

Aan de **gem. M.T.S. v. werktuigbouwk. en electrot.**, Sneeuwbalstr. 137 (tel. 390659) moeten m.i.v. 1—9—1952 worden benoemd:

A. een **ELECTROT. INGENIEUR** (± 26 u. p. w.), bij voorkeur met telecommunicatie-praktijk;
B. een **WERKTUIGK. INGENIEUR** (± 26 u. p. w), bij voorkeur met constructieve praktijk (o.a. staalconstructies);
C. een **ASSISTENT** voor het werktuigbouwk. construeren (volledige betrekking), met tekenkamer ervaring. Het bezit van de akte N IV strekt tot aanbeveling.

Bezoldiging volgens Rijksregeling. Aanstelling aanvankelijk in tijd, dienst. Inl. verstrekt de directeur. Verzoekschriften op zegel, uiterlijk 1—4—1952 aan B. en W. inzenden.

---

Gevraagd voor spoedige indiensttreding door **groot intern. Ingenieursbureau** te Amsterdam:

**EEN JONG MIJNBOUWK. INGENIEUR**
**of EEN CHEMISCH TECHNOLOOG**
**als Assistent op de afd. Industriële Projecten.**

Gegadigden moeten over enige ervaring beschikken, bij voorkeur op het gebied van de chemische apparatenbouw. Grondige kennis van de Engelse taal is een vereiste; kennis van meerdere moderne talen strekt tot aanbeveling. Leeftijd tot ca. 30 jaar.

Uitv. sollicitaties met opgave van opleiding, ervaring, vroegere werkkring(en) enz. te richten onder nr. 937 aan de Uitgever van dit blad.

---

**N.V. Electriciteitsfabriek IJsselcentrale te Zwolle**
vraagt voor de afdeling Productie een

**WERKTUIGKUNDIG INGENIEUR**

met enige jaren centrale practijk.

Leeftijd tussen 30 en 40 jaar. Woning te Hengelo (O) beschikbaar. Aanstelling zal — afhankelijk van bekwaamheid — geschieden in de rang van ingenieur of ingenieur 1e klas.

Eigenhandig geschreven sollicitaties met uitvoerige inlichtingen over loopbaan enz. en met recente foto te richten tot de Directie der Vennootschap te Zwolle.

---

**Bij de N.V. WOLSPINNERIJ, WEVERIJ EN VERVERIJ J. TEN BOS te Almelo** is vacant de functie van

**BEDRIJFS-INGENIEUR**

Gegadigden moeten o.a. practische ervaring hebben t.a.v. de opbouw van tarief-systemen.

**Woning beschikbaar**

Schriftelijke sollicitaties met volledige bijzonderheden omtrent opleiding, practijkervaring, verlangd salaris etc. in te zenden aan: J. ten Bos N.V., Postbus 60, Almelo.

---

Bij **fabriek van levensmiddelen te Amsterdam**

is plaats voor een

## Chemisch Ingenieur

leeftijd 30—40 jaar.

Zijn taak zal zijn, naast de leiding van het laboratorium en researchwerk, harmonisch samen te werken met de bedrijfsleider en de productiechef en bovenal moet hij beschikken over een practische inslag en begrip voor arbeidsverhoudingen.

Uitvoerige brieven onder No. 939 aan de Uitg. v. d. blad.

---

De Gedeputeerde Staten van de provincie Overijssel roepen sollicitanten op voor

**CIVIEL INGENIEUR (T.H. Delft)**

bij de provinciale waterstaat in Overijssel, hoofdzakelijk voor werkzaamheden aan wegen en bruggen. Ervaring op deze gebieden is noodzakelijk.

Aanstelling kan plaats hebben in de rang van ingenieur 1e klasse (salarisgrenzen *f* 6.240—*f* 7.440) of van Hoofdingenieur (salarisgrenzen *f* 7.200—*f* 8.640) exclusief de bekende toelagen overeenkomstig de Rijksregeling en de kindertoelage.

Gezegelde sollicitatiestukken binnen veertien dagen na de verschijning van dit blad te zenden aan de Gedeputeerde Staten van de provincie Overijssel te Zwolle.

Inlichtingen verstrekt de Hoofdingenieur-Directeur van de Provinciale Waterstaat te Zwolle, Diezerstraat 80, desgewenst ook mondeling op de eerste en tweede Maandag na het verschijnen van dit blad, of na overleg.

**De N.V. VEREENIGDE INDUSTRIEEN ROTTERDAM**
afdeling Gloeilampenfabrieken zoekt een

**WERKTUIGKUNDIG INGENIEUR**

die na kennismaking met het bedrijf zal optreden als BEDRIJFSLEIDER.

Uitvoerige inlichtingen omtrent de tot nu toe verrichte werkzaamheden, worden ingewacht door de Directie van bovengenoemde N.V., Oudedijk 149, te Rotterdam.

---

Bij de Dienst van Gemeentewerken te Arnhem kan geplaatst worden op arbeidscontract een

**ADJUNCT INGENIEUR**

in het bezit van het diploma voor civiel ingenieur Delft. Salarisgrenzen adjunct ingenieur *f* 4092.— — *f* 5228.— inclusief alle geldende toelagen.
Aanstelling boven het minimum is mogelijk.
Sollicitatie te richten tot de Directeur van Gemeentewerken te Arnhem, Westervoortsedijk 4 a, binnen veertien dagen na verschijning van dit blad.

---

**Ex-genieofficier** zoekt
**PASSENDE WERKKRING.**
Br. onder no. 941 aan de Uitgever van dit blad.

---

**Machinefabriek** in de omgeving van Amsterdam vraagt
**ZELFSTANDIG TEKENAAR**
bij voorkeur met diploma Delft of M.T.S. en ervaring op gebied van apparatenbouw.
Soll. onder nr. 940 aan de Uitgever van dit blad.

---

CPD

Gevraagd voor het **MINISTERIE VAN MARINE**

## ELECTROTECHNISCHE INGENIEURS

Taak: Ontwerpen van electrische installaties voor Marinevaartuigen en etablissementen, alsmede uitoefenen van toezicht op de uitvoering.
Vereiste opleiding: diploma T.H. Delft, of gelijkwaardige opleiding.
Schriftelijke sollicitaties onder motto G/Sui 50 aan de

CENTRALE PERSONEELSDIENST BEZUIDENHOUT 15 DEN HAAG

---

**Bij N.V. NEDERLANDSCHE KABELFABRIEK te DELFT**
kan geplaatst worden een

## ELECTROTECHNISCH INGENIEUR

in de functie van **Chef van het Hoogspanningslaboratorium.**

★

Uitvoerige schriftelijke sollicitaties onder opgave van leeftijd, opleiding, practische ervaring, referenties en verlangd salaris, dienen te worden gericht aan het Directie-Secretariaat.

---

**MOTORRIJWIELFABRIEK KAPTEIN N.V.**
**Nieuwe kade 1 Arnhem**
zoekt voor spoedige indiensttreding

**EEN BEDRIJFSLEIDER**

Sollicitanten dienen in staat te zijn de leiding op zich te nemen van het bedrijfsbureau, waartoe het o.a. noodzakelijk is, dat zij een gedegen kennis bezitten van de machinale bewerking.
Opleiding: tenminste M.T.S. of daaraan gelijkwaardige opleiding.

Sollicitaties met uitvoerige inlichtingen binnen 14 dagen na verschijning van dit blad te richten aan de Directie.

---

VAN GELDER ZONEN N.V. TE WORMERVEER
biedt ter overneming aan:

1e. **3 GELIJKSTROOMDYNAMO'S** met opwekker op gemeenschappelijke fundatieplaat, 3 x 840 kW, 3500 Amp., 240 Volt, 1250 omw/min., fabr. AEG.

2e. **2 stuks idem,** 2 x 900 kW, 3750 Amp., 240 Volt, 500 omw/min., fabr. Smit, inclusief plaatstalen schakelkast.

---

**DE VERENIGING VAN METAAL-INDUSTRIEEN**
roept sollicitanten op voor de functie van

**TECHNISCH MEDEWERKER**

op haar Algemeen Secretariaat te 's-Gravenhage. Bij voorkeur w.i. Delft met werkplaats-practijk of andere bedrijfservaring.

Behoorlijke kennis van de moderne talen vereist. Spoedige indiensttreding gewenst. Pensioenregeling.
Uitsluitend eigenhandig geschreven sollicitaties aan Nassaulaan 13 te 's-Gravenhage onder vermelding op enveloppe: „sollicitatie".

---

**LARGE AMERICAN COMPANY IN SAUDI ARABIA**
has openings for:

## MECHANICAL ENGINEERS (Plants)

(Five to ten years experience preferably in the field of plant equipment, such as fish processing, laundry, cement, or similar process plants desirable.)

## MECHANICAL ENGINEERS

(M.T.S. graduates only. Experience in inspection of petroleum refinery or operating equipment desirable.)

## CORROSION ENGINEERS

(Must be Electrical Engineers with special training and experience in cathodic protection design and testing. Special knowledge DC current and of thermodynamics and physical chemistry desirable. Some knowledge of metallurgy is desirable, but not essential.)

## CHEMICAL ENGINEERS

(Must be M.T.S. or Delft graduates.)

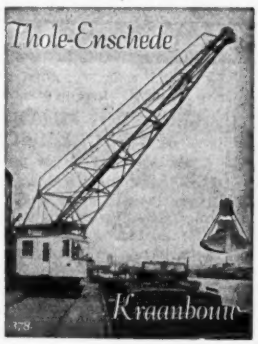
Must read, write and speak English. Give full details on education, experience, etc.

Apply under letters E.E.C., to Nijgh & van Ditmar, Parkstraat 27, Den Haag.

---

*Onlangs is verschenen:*
**COMPENDIUM DER KRISTALKUNDE**
**DOOR**
**DR W. F. DE JONG** m.i.
LECTOR AAN DE TECHN. HOGESCHOOL TE DELFT
MET MEDEWERKING VAN
**DR J. BOUMAN**
XII - 260 blz., met 208 figuren
Prijs *f* 16.50 geb.
Dit werk is van belang voor physici, chemici en metaalkundigen en is ook geschikt voor gebruik als repertorium bij de propaedeuse door vele categorieën studenten.
*In de boekhandel verkrijgbaar*
Uitgave van:
**N.V. A. Oosthoek's Uitg. MIJ**
Utrecht

---



HOLLANDSCH AANNEMERSBEDRIJF
ZANEN VERSTOEP N.V.

vraagt voor spoedige indiensttreding

# HOOFDUITVOERDER

om leiding te geven bij de uitvoering van een groot waterbouwkundig werk in het buitenland.

Vereist wordt: Ervaring op het gebied van de uitvoering van grote werken.
Franse taal in spraak en schrift beheersend.
Leeftijd niet beneden 35 jaar.

Uitvoerige sollicitaties met foto te richten aan het kantoor van bovengenoemde N.V.: Surinamestraat 29, 's-Gravenhage.

BOILER SCALER

Survey - Degassing - Boiler cleaning - Cementing - Cleaning from rust - Painting etc.
Office:
CLEMENSSTRAAT 52 — ROTTERDAM-ZUID
TELEPHONE 71521—67227
Modern Furnished Business • Specialized Staff
First-class References.

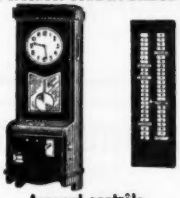
**Inkoop van alle oude metalen**
Oud ijzer - Oude Accu's - Sloopwerk - Spoorwegmateriaal - Schepen om te slopen - Bruikbaar ijzer
L. M. KALFSVEL, Bestevaerstraat 10, AMSTERDAM (W.)
Opslagplaatsen:
Gelderse kade 79, Tel. 42466 — Bickersgracht 36—42

Tulsa
Het merk voor Amerikaanse garantie-producten.

H. J. TJADEN & ZONEN C.V. - HAARLEM
TELEFOON K 2500—15376 NA 18 UUR 23083
GRONDBORINGEN
WATERVOORZIENING
BRONBEMALING

Nachtwakers-contrôleklokken
*uit voorraad leverbaar*

Personeel-contrôleklokken



Accoord-contrôle

Stempelafdruk en natuurlijke grootte:
28 VII 20^25
Prijs f 350.
J. Klaver TEL 3055 Hengelo

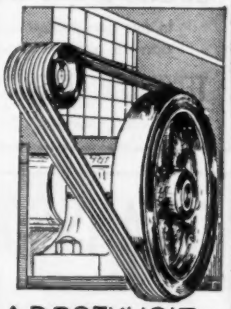
ZO ZÚÚR KAN ZUUR NIET ZIJN

OF „HELVOET" HEEFT EEN GOED ADVIES VOOR U - EN SPECIALE EBONIETKWALITEITEN, DIE UW TANKS, PIJPLEIDINGEN, AFSLUITERS, VENTILATOREN, ENZ. AFDOENDE BESCHERMEN TEGEN AGGRESSIEVE VLOEISTOFFEN EN GASSEN, OOK BIJ HOGERE TEMPERATUREN

VRAAGT ADVIES OF OFFERTE

RUBBERFABRIEK „HELVOET" N.V.
NIEUW-HELVOET
TEL. 73 HELLEVOETSLUIS

V SNAAR-AANDRIJVINGEN



A.D. BOEKHOLT N.V.
— GRONINGEN —
AMSTERDAM - ROTTERDAM

**„FERROCAL"**

GEWAPEND ASBEST CEMENT

kokers, kanalen,
kappen voor ventilatie,
verwarming, afzuiging enz.

**DOESBURG - TELEFOON 305**

**Küppersbusch**

INDUSTRIEBRANDERS voor stadsgas, propaan, butaan, methaan — Met en zonder druklucht.
SOLDEERPISTOLEN. Alle afmetingen.
„CALOR"-OLIEBRANDERS.
Vraagt Prospectus.
HAMI, MOREELSELAAN 31 — UTRECHT — TEL. 12047

**SPUITGIETERIJ BLEI**

VELSEN TEL. 4215 - BEVERWIJK 3727

**Spuitgietwerk in Zink en Aluminium**
**Legeringen en Messing**
**Eigen matrijzenmakerij**

***„VISNO"***

**Metaalbedrijf en Reparatie-inrichting**

**Spaarndamseweg 252 — Haarlem — Tel. 14233—22986**

Visno figuurschaar — Rollen banen — Constructiewerk — Elevatoren — Tanks — Lopende banden — Afzuiginstallaties — Transporteurs — Zandstraal cabins.

**B. F. HANNENBERG**

ELECTRO-TECHNISCH BUREAU
voor
Scheeps- Fabrieks- en Kraaninstallaties
reparatie • onderhoud

HAARLEM • OBISTRAAT 79 • TELEF. 20652

**MANOMETERS**
**BI-METAALTHERMOMETERS**
**KWIK-WIJZERTHERMOMETERS**
**KOMPASSEN**

**LANS** *INSTRUMENTENFABRIEK*

PRINSENSTRAAT 34 — GRONINGEN — TELEF. 25369

N.V. Scheepswerven „PIET HEIN"

v.h. Firma W. SCHRAM & ZONEN
Werven BOLNES en PAPENDRECHT

***Reparatie- en nieuwbouw van alle soorten rivier-kustschepen en baggermateriaal***

Dwarshellingen 115 en 120 M. lang, voor diepgaande vaartuigen — Overdekt Droogdok 115 x 32 Meter.

***Inbouw en revisie van motoren***

Telef.: ROTTERDAM 71354 en 77355.
DORDRECHT K 1850—3774 — RIDDERKERK K 1896—302

NECo

***REDUCTORMOTOREN***

In alle gangbare toerentallen. Grootste vermogen aan de as 2 PK, laagste assnelheid 0,0773 opm.

**TECHNISCH BUREAU ELECTRA - W. M. BRANDT**

OUDE VARKENMARKT 3 — LEIDEN — TEL. 24352

**NIJMEEGSCHE IJZERGIETERIJ N.V.**

VOORSTADSLAAN 75 NIJMEGEN
TELEFOON 25880 K8800

★

*levert alle soorten gietwerk tot een gewicht van 1000 kg.*

**TRANSFORMATOREN**

voor ieder bedrijf, voor ieder doel. Ontsteek transf. voor oliestook-installaties. Ook reparatie aan alle merken onder garantie.

Lage prijs. — Vlotte levering.

**A.W.G. TRANSFORMATOREN**

TELEFOON 408 — VALKENSWAARD

**METAALINDUSTRIE A. VAN PUTTEN & ZN.**

LIJNBAAN 43 B - DORDRECHT TELEFOON 5953

***Speciale Fabriek voor:***

★ Snijstempels
Zet- en Buigstempels
Hoogslijtvaste onderdelen voor de Betonindustrie
Rechte- en Profielschaarmessen

**SPECIAAL INGERICHT VOOR HET HARDEN EN CEMENTEREN**

# *Wat doe je nu,*

## *Toontje Test?*

*Dragline plaat van* **NODULITE**

Probeer je met een hamer dit gietstuk stuk te slaan? Dat zal je niet lukken want het is vervaardigd van **Nodulite**, het nieuwe materiaal van grote taaiheid.

**Nodulite** (spheroïdaal grafietijzer) bezit een hoge trekvastheid gepaard aan hoge rek.

Daarom zal je moeite vergeefs zijn Toontje. **Nodulite** kan tegen een stootje!

*Deze foto toont het resultaat van een torsieproef uitgevoerd aan een staaf van* **NODULITE** *(spheroidaal grafietijzer).*

### *Hoge eisen? Laat dan gieten van Nodulite!*

**Nodulite** wordt vervaardigd volgens een procedé dat door vele patenten en patentaanvragen beschermd is voor The Mond Nickel Company Ltd.

Gietstukken van **Nodulite** zijn in Nederland verkrijgbaar bij:

**NODULITE** **UBBINK** DOESBURG

JAARBEURS: TERREIN CROESELAAN — HAL Q — STAND O.R. 30, 32

Alle producten van

# THE CARBORUNDUM COMPANY

NIAGARA-FALLS (N.Y.-U.S.A.)

en hare beide

## EUROPESE FABRIEKEN

worden thans geleverd onder hare fabrieksmerken

## CARBORUNDUM en ALOXITE

Wij leveren deze materialen van grondstof tot iedere vorm van afgewerkt product:

KORRELS, POEDER, SCHUURPASTA
SLIJPSCHIJVEN IN ALLE BINDINGEN
AANZETSTENEN, SCHUURSTENEN, VIJLEN
SCHUURLINNEN en SCHUURPAPIER
(vellen, rollen, in iedere breedte, eindloze schuurbanden in alle maten, schuurschijven)
HOOGVUURVASTE MATERIALEN
SMELTKROEZEN

Alleenvertegenwoordigers voor Nederland:

**TECHNISCHE HANDELSONDERNEMING „CARBORUNDUM - ALOXITE"**

SCHOTERBOSSTRAAT HOEK FRANCISCASTRAAT — **ROTTERDAM-C.**

C.A.V.

dieselbrandstof-filters

en verstuivers

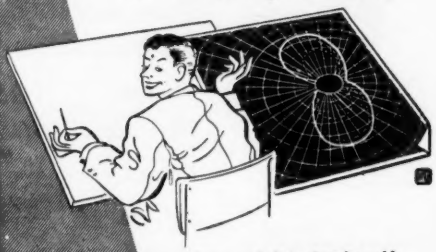
Importeur voor Nederland

**Transmark**

N.V. HANDELMAATSCHAPPIJ TRANSMARK · HOOFTLAAN 57 · BUSSUM

*Verlichtingsproblemen*

.... lossen wij voor U op



*Onze verlichtingskundige-afd. adviseert U vrijblijvend:*

1. de meest economische
2. de kwalitatief beste
3. de meest voordelige

BINNEN- EN BUITEN-VERLICHTING

*Uw aanvraag zien wij gaarne tegemoet*

**INDUSTRIA** ROTTERDAM

TEL. 82860 P.O. BOX 569

ELCALOR
AARAU

Electrothermische apparaten voor de industrie

gloeiovens - smeedovens - hardingsovens
voor temperatuur tot 1350° C.

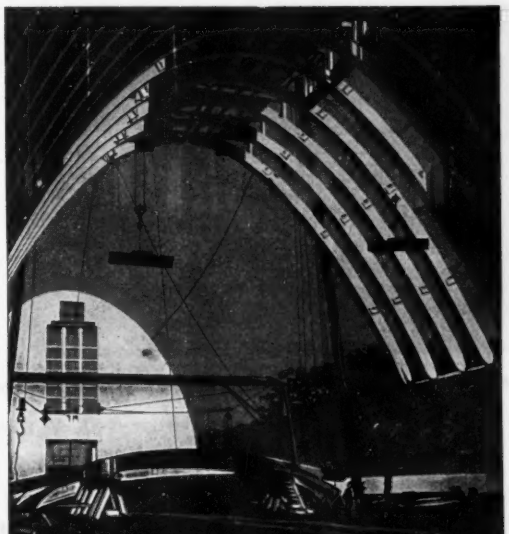
**ELCALOR A.-G., AARAU (Zw.)**

Fabriek voor electrothermische apparaten

VERTEGENWOORDIGER:

**INGENIEURSBUREAU ir. P. J. PLAISIER**

NASSAU ZUILENSTEINSTRAAT 13/15 — DEN HAAG
TELEFOON 776794/95



De tweede Zoutloods der N.V. Mekog te IJmuiden werd in samenwerking met het Bouwbureau der N.V. Hoogovens berekend en gebouwd door:

**VAN HATTUM & BLANKEVOORT**

BEVERWIJK HAARLEM

BETONCONSTRUCTIES OP IEDER GEBIED

DRAAISTROOMOLIETRANSFORMATOREN
IN VERMOGENS VAN
50 TOT 5000 k.V.A.

*

**OLTHOF'S TRANSFORMATORENFABRIEK N.V.**
Reehorsterweg 23
EDE (HOLLAND)
TELEFOON 9741

VERWARMING EN LUCHTBEHANDELING

Gramer

Sedert 1913

ZWARTEWEG 21 DEN HAAG TEL. 184737*

PARI PATENT
RIBBENBUIS

Het LABORATORIUM voor WARMTE- en STOFTECHNIEK van de TECHNISCHE HOOGESCHOOL te Delft stelde vast, dat de K-WAARDE van een stalen PARI-patent ribbenbuis met een buisdiameter van 60 mm en een V.O. van 1,27 m² per m. pijplengte 24% HOGER was dan die van een stalen ribbenbuis volgens de normale constructie met geplooide ribben, buisdiameter 60 mm met een V.O. van 1,41 m².

Door gebruik van PARI-patent ribbenbuizen bespaart U geld en plaatsruimte. En .... zij gaan langer meel

N.V. NEDERLANDSE KOPERENBUIZENFABRIEK
TEL. 21945 (K 1710) ZIJLDIJK 19, LEIDERDORP

Beton- Bouw- en Waterbouwkundige werken

N.V. Nederlandsche Aanneming Mij.
v.h. F^A. H. F. Boersma

Binckhorstlaan 135, Den Haag - Tel. 772135

DUPER WATERREINIGING N.V.
Herengracht 120 Telefoon 36468 Amsterdam-C.

N.V. MACHINEFABRIEK
FRANS SMULDERS
CROESELAAN 20 UTRECHT

moffelovens
systeem Van Der Heem N.V.

voor volledig automatisch continubedrijf.

- Automatische regeling van temperatuur en moffeltijd
- Gemakkelijk verplaatsbaar
- Besparing aan { warmte / bedieningskosten / ruimte
- Korte leveringstijd

Aanvragen te richten aan:
Ingenieursbureau
voor Bedrijfsautomatiseering,
R. J. Schimmelpenninckkaan 20,
Den Haag.

KOPER- EN METAALGIETERIJ
**LEO TOUW**
TETERINGSEDIJK 167
**BREDA TEL. 8701**

GERECHTIGD TOT HET VOEREN VAN HET WETTIG GEDEPONEERD MERK

Uw adres voor
**BRONSGIETWERK**
in elke gewenste legering. Ook alle soorten
**ALUMINIUM GIETWERKEN**
Dagelijks wordt meerdere malen gegoten.

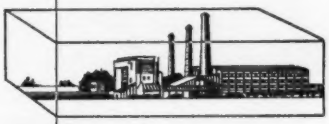
Voor spoedreparaties staan wij steeds voor U klaar. U vraagt .... wij leveren.

„JOHNSON"
OLIEBRANDERS
VOOR CENTRALE VERWARMING EN INDUSTRIE
IMPORTEURS SINDS 1930
HERINGA & WUTHRICH
HAARLEM

**J. H. TÖNS**
**ROTTERDAM**
**COOLHAVENSTRAAT 40**
**TELEFOON 50684 - 66630**

★

**APPARATENBOUW**
**voor de CHEMISCHE- EN VOEDINGSMIDDELEN INDUSTRIE**
in KOPER
RV STAAL
STAAL
ALUMINIUM
LOOD
**PIJPLEIDINGEN**

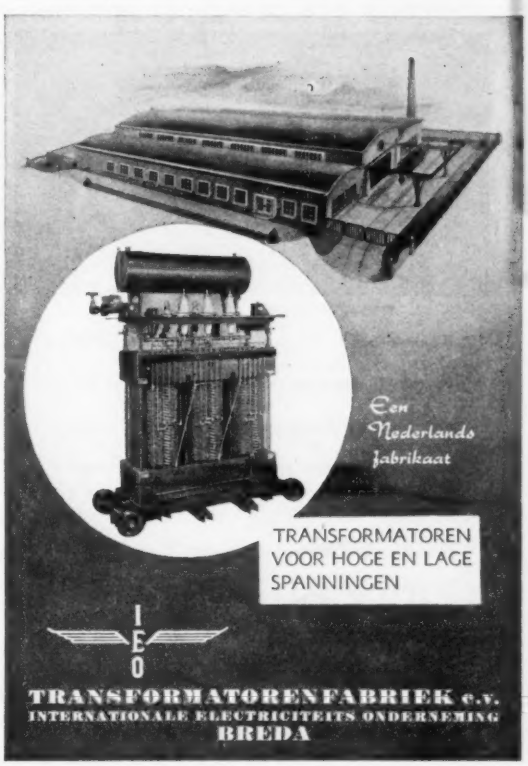


GU **vuurvast**

*Silica-Sillimaniet*
*Hoogvuurvaste Chamotte*

Langere levensduur door zorgvuldige selectie van grondstoffen, voortdurende research, veelzijdige en gedegen ervaring.

**CHAMOTTE** GU **UNIE**
*Geldermalsen*



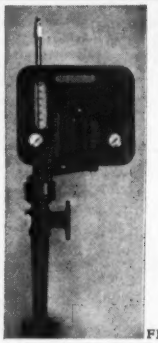


FIG. 52-OK.

**DE NIEUWE, PAKKINGLOZE FISCHER & PORTER FIG. 52 FLOWRATOR**

voor

Gas- en Vloeistofmeting bij hoge drukken en temperaturen.

**Meetbuis tevens meterhuis.**

*Uitvoerings-mogelijkheden:*

a. aflezing boven op meter
b. aflezing + registratie + totalisatie ter plaatse
c. aflezing ter plaatse + zender voor overbrenging op afstand.

(Zie ill.)

**N.V. ZOETMULDER & VAN WINKEL**

Regentesselaan 26 - 's-Gravenhage
Tel. K 1700—336597

# VEREN

Techn. veren voor:

MOTORRIJWIELEN
RIJWIELEN
MACHINEFABRIEKEN
SCHEEPSWERVEN
LANDBOUWWERKTUIGEN
ELECTROTECHNIEK ENZ.

VERENFABRIEK ATLAS N.V.

AMSTERDAMSESTRAATWEG 31 — MAARSSEN (U.)
TEL. K 3408—383

N.V. ZUURBESTENDIGE APPARATENFABRIEK **D. B. KOOIMAN & ZOON „Z.A.F."**

FABRIEK: NOORDHOEK 27-29, PAPENDRECHT. TEL. 7141. POSTADRES: POSTBUS 74, DORDRECHT

APPARATEN IN ROESTVRIJSTAAL, IJZER, KOPER, ALUMINIUM.

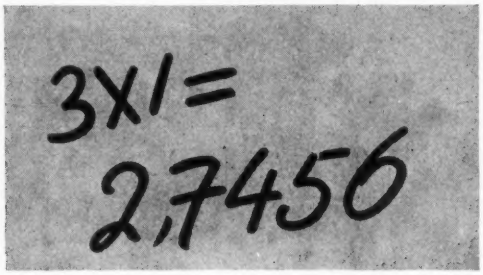
LOODWERK: HOMOGEEN VERLODEN - MET LOOD BEKLEDEN.

ROESTVRIJSTALEN EN LODEN AFSLUITERS.

**V**

snaren
snaarschijven
complete aandrijvingen

METALLO
HELMOND - HOLLAND
Telefoon 2517



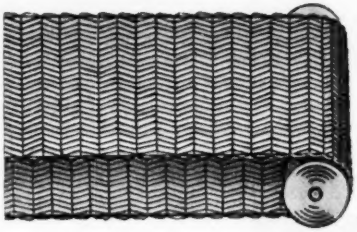

Baudoin

*Wanneer b.v. in Uw lopend proces een temperatuur van 80° C vereist en verkregen is, dan weet U nog niet hoe Uw apparatuur bemeten moet worden om b. v. bij een 3-voudige capaciteit wederom een temperatuur van 80° C te verkrijgen. Want 3 x 1 = 3 gaat hier dikwijls NIET op!*

INGENIEURSBUREAU **S** VOOR CHEMISCHE EN PHYSISCHE TECHNIEK

**Ph. J. Schuytvlot & Zoon**

HAARLEM - FONTEINLAAN 3 - TELEFOON 12951



METALEN

**TRANSPORTBANDEN**

voor:

transport
sorteren
drogen
koelen
bakken
gloeien enz.

40 JAAR

**N.V. METAALGAAS „TWENTE"**

HENGELO (O.) - TELEFOON 3232

# SWARTTOUW
SCHIEDAM

TANKS · GASHOUDERS
BRUGGEN
PIJPLEIDINGEN
GEBOUWEN
•
STAALCONSTRUCTIES

# ELECTROMOTOREN

Direct af fabriek — Scherpe prijzen.
10—500 W — 127 en 220 V.
ook MET VERTRAGING
tot 2 — 6 — 25 — 50 — 100 omw./min.

*Vraag ons offerte voor speciale motoren*

**Indola N.V. · Voorburg (Z.-H.)**

WESTEINDE 86 — TEL. 778404 (5 lijnen) toestel 38
Voorjaarsbeurs, Paviljoen Vredenburg, Stand 633
en Croeselaan, Hal A, Stand 2 - 6

In- en Verkoop
BLOKMETAAL-BLOKLOOD-OUDE METALEN
en Residuen
FA GEBR. PLATTEEL — DEN HAAG

Kantoor: Daguerrestraat 119 ..... Tel. 390154
Reitzstraat 215 ..... Tel. 333638
Vinkensteinstraat 125/127 ..... Tel. 336925
Binckhorstlaan 173 ..... Tel. 772049

# METAALDRAAIERIJ

J. J. SCHÜTZ — TEL. 323 — DELFT

Revolverdraaiwerk tot 52 m.M. ø.
Automaatdraaiwerk tot 42 m.M. ø.
Normaaldraaiwerk tot 2 M.

Boren en hohnen van cilinders.

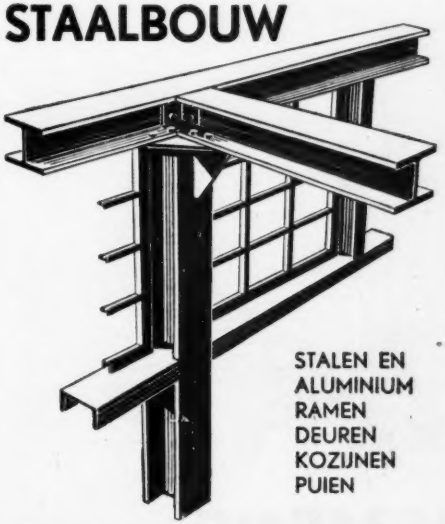
**Oliebranders** voor alle typen verwarmingskachels - huiskachels - schoolkachels, enz.

**Industriebranders** o.a. voor kopersmeltovens - galvanische industrie - scheeps- en constructiebouw.

*Uit voorraad leverbaar*

**N.V. EDAG - Afd. Technische Producten - Deventer - Zwolseweg 95-97**

# STAALBOUW

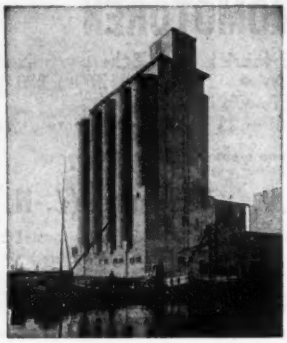


STALEN EN
ALUMINIUM
RAMEN
DEUREN
KOZIJNEN
PUIEN

**NED. STAALINDUSTRIE N.V.**

ROTTERDAM, Keileweg 40
TELEFOON 35168 (6 lijnen)

RIJK GEILLUSTREERDE CATALOGUS RAMEN
OP AANVRAAG VERKRIJGBAAR.



- Gewapende betonwerken
- Utiliteitsbouw
- Waterbouwkundige werken
- Wegenbouw

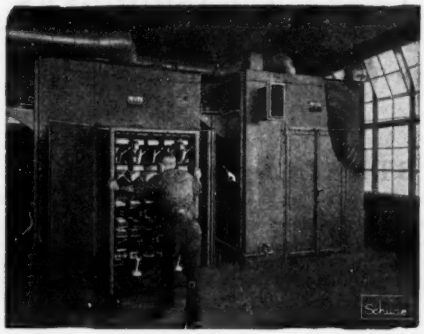
N.V. BETONBOUW - HOOGKERK

v.h. Fa. Kool en Wildeboer

Tel.: K 5908 - 341 - 342

HOOGKERK (Gr.)

Schilde



**MOFFELOVEN**

Voor kleinere onderdelen met automatische temperatuurregeling.
Aansluiting op elke Warmtebron!

**BENNO SCHILDE MASCHINENBAU A.G.**

BAD HERSFELD

INGENIEURS-BUREAU A. H. VAN GASTEL
BUSSUM TEL. 4683

pneumatische niveauregelaar

pneumatische drukregelaar

**SIEMENS**

REGELINSTALLATIES VOOR CHEMISCHE BEDRIJVEN

DESTILLATIE- en KRAAKINSTALLATIES, RAFFINADERIJEN

pneumatisch electro pneumatisch electrisch

Warmte technische meetinstrumenten voor ketel- en machinecontrole.
Automatische ketelregeling. Complete meetinrichtingen.

R.P.I

PLAATWERK
IN IEDER
METAAL

WIJ

KNIPPEN EN PERSEN
PLATEN TOT ELK PROFIEL

ROTTERDAMSCHE PLAATWERKINDUSTRIE

PIEKSTRAAT 20 — TELEF. 79550 (2 lijnen)
ROTTERDAM

Hevea V-riemen, vervaardigd in samenwerking met de grootste Amerikaanse V-riemenfabriek door de N.V. Ver. Ned. Rubberfabrieken, Hevendorp (Gld.)

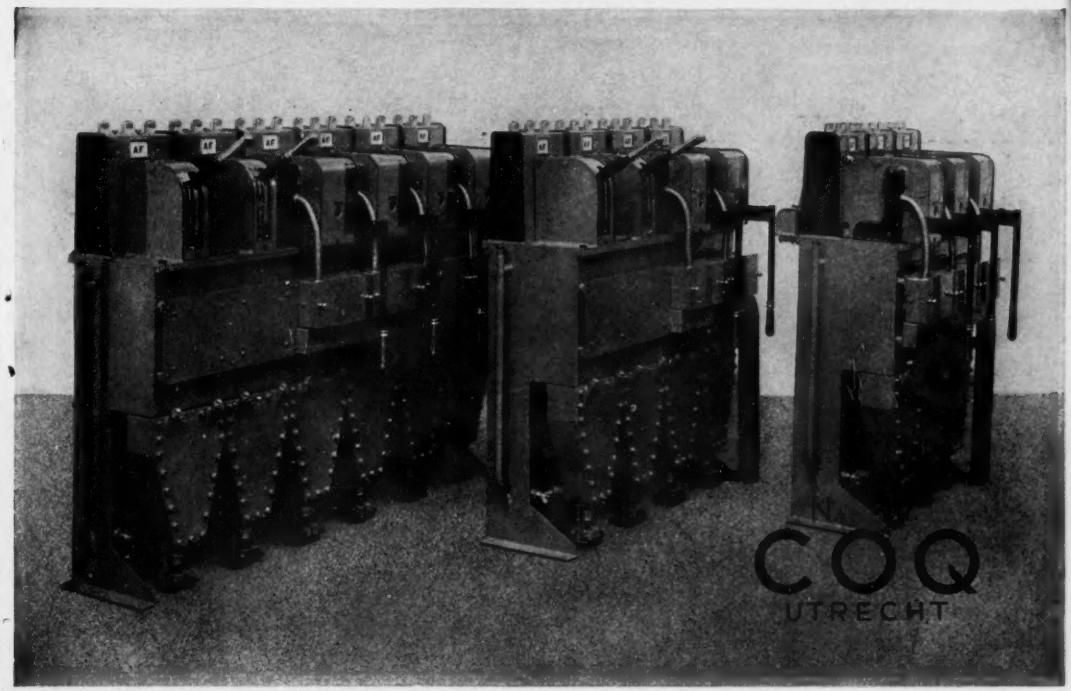
Hevea
V-RIEMEN

Bij weinig ruimte,
bij overbelasting,
bij stotende belasting,
bij grote snelheidsreductie,
bij alle belangrijke aandrijvingen:
gebruik
HEVEA V-RIEM TRANSMISSIES

Niet alleen de aankoopprijs is belangrijk; de Hevea V-riemen zijn door haar langere levensduur goedkoper in het gebruik.

Vakkundige adviezen door

HIBRO
Hollandsch Ingenieurs Bureau
Advies- en verkoopbureau voor Nederland van HEVEA-INDUSTRIE V-RIEMEN,
Lulkoestraat 23, Tel. K 1700-551171
Den Haag, Scheveningen




Enige ter verzending gereedstaande **oliearme ventielschakelinrichtingen** type 0-0-10, bedrijfsspanning 10 kV. Veldbreedte slechts 30 cm. Deze moderne schakelinrichtingen zijn in gebruik bij alle Provinciale Electriciteitsbedrijven, de meeste Gemeente Electriciteitsbedrijven en vele fabrieken die eigen stroomopwekking hebben of deze van de Electriciteitsbedrijven betrekken.

# N.V. PETROGAS

Erasmushuis - Rotterdam - Tel. 27270

* PROPAANINSTALLATIES voor alle doeleinden
* PROPAANLUCHTMENGINRICHTINGEN
* WATERGAS- en GENERATORGAS-toestellen
* GASBEWERKINGSAPPARATUUR
* GASHOUDERS
* DRUKTANKS en RESERVOIRS
* REDUCEER- en MEETINSTALLATIES
* AFSLUITERS en OVERIGE LEIDINGAPPENDAGES

Een volledig overzicht van ons werkprogramma zullen wij op aanvraag gaarne toezenden.

## PLAATWERKERIJ EN VERZINKERIJ

v/h P. Bammens & Zoon

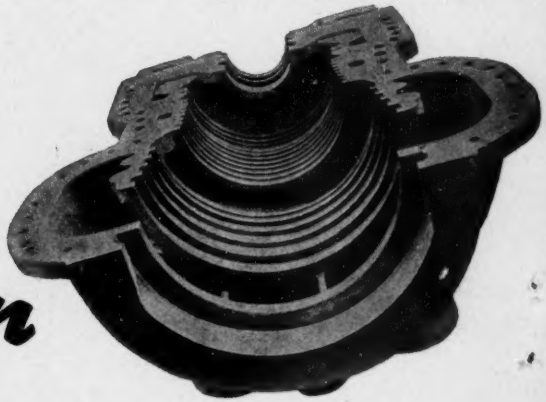
fabriceert verzinkt plaatijzeren EXHAUST VENTILATIEKAPPEN voor iedere gewenste pijpdiameter. In duizenden stuks worden deze door een steeds groeiend aantal bedrijven toegepast voor het oplossen van ventilatieproblemen.

Daarnaast maakt zij verzinkt plaatijzeren goten, afvoerpijpen, jalouzieën, enz. Al deze werken zijn na fabricage in het bad verzinkt en hebben daardoor een zeer lange levensduur.

Bauduin

MAARSSEN - TEL. K 3408-245

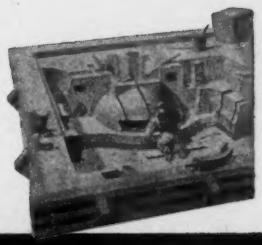
# Zware gietstukken



tot 40 Ton

*SM-staal*

*Electro-staal*



Bauduin

DEMKA STAAL

NEDERLANDSCHE STAALFABRIEKEN V/H J. M. DE MUINCK KEIZER N.V. UTRECHT